

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-256867

(43)Date of publication of application : 11.09.2002

(51)Int.Cl.

F01N 3/36  
F01N 3/32  
F01N 5/02  
F01N 5/04  
F02B 37/00  
F02B 37/04  
F02B 39/08  
F02B 41/10

(21)Application number : 2001-394531

(71)Applicant : YANMAR DIESEL ENGINE CO LTD

(22)Date of filing : 26.12.2001

(72)Inventor : ONO TAISUKE  
HAMACHI YASUYUKI

(30)Priority

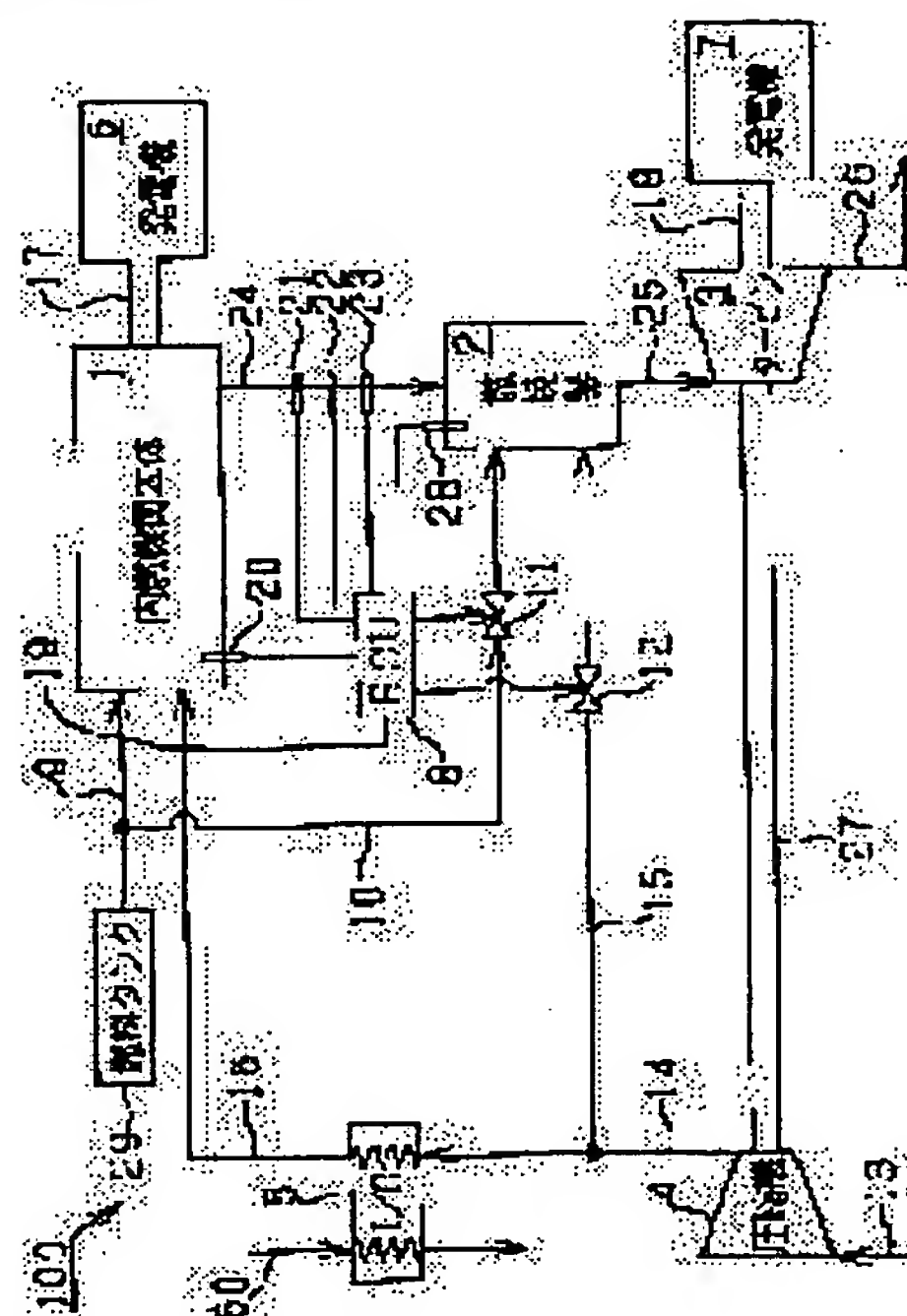
Priority number : 2000397519 Priority date : 27.12.2000 Priority country : JP

## (54) INTERNAL COMBUSTION ENGINE PROVIDED WITH EXHAUST EMISSION CONTROL DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an internal combustion engine with an exhaust emission control device capable of cleaning harmful components contained in an exhaust gas in the whole load area and operation range (low, medium and high speeds).

SOLUTION: A combustor is provided on the exhaust passage of the internal combustion engine and further, an excess air ratio control means and a combustion temperature control means for controlling the excess air ratio and combustion temperature in the combustor, respectively. The combustion in such a combustor conduces to the cleaning of harmful components contained in the exhaust gas.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

10.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
F 0 1 N	3/36	F 0 1 N 3/36	B 3 G 0 0 5
	3/32	3/32	C 3 G 0 9 1
	5/02	5/02	A
			D
			Z
審査請求 有 請求項の数34 O L (全 22 頁) 最終頁に続く			

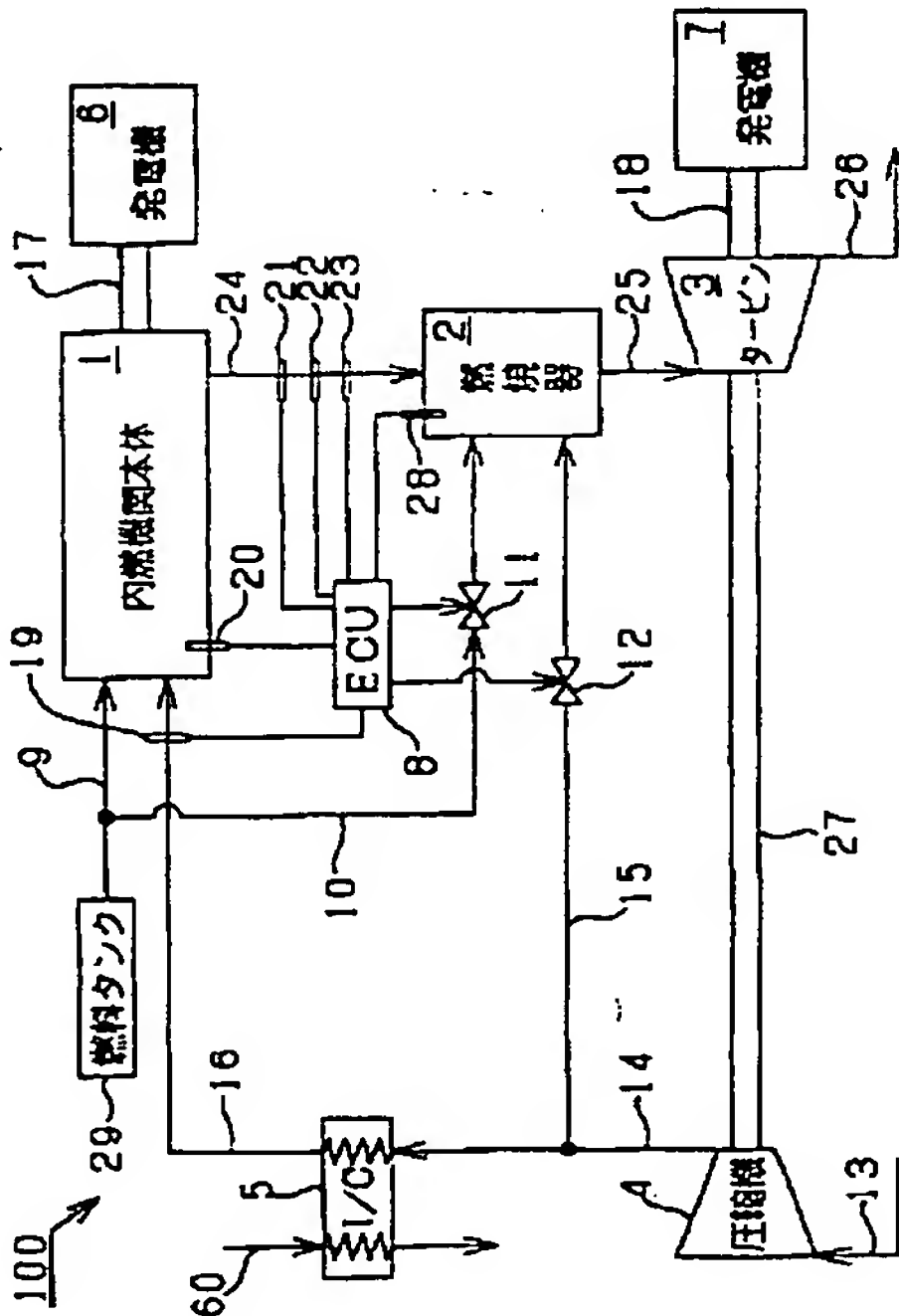
(21)出願番号	特願2001-394531(P2001-394531)	(71)出願人	000006781 ヤンマーディーゼル株式会社 大阪府大阪市北区茶屋町 1 番32号
(22)出願日	平成13年12月26日 (2001. 12. 26)	(72)発明者	小野 泰右 大阪府大阪市北区茶屋町 1 番32号 ヤンマ ーディーゼル株式会社内
(31)優先権主張番号	特願2000-397519(P2000-397519)	(72)発明者	▲濱▼地 康之 大阪府大阪市北区茶屋町 1 番32号 ヤンマ ーディーゼル株式会社内
(32)優先日	平成12年12月27日 (2000. 12. 27)	(74)代理人	100062144 弁理士 青山 葆 (外 2 名)
(33)優先権主張国	日本 (J P)		
		最終頁に続く	

(54)【発明の名称】 排気浄化装置を備えた内燃機関

(57)【要約】

【課題】 全負荷領域及び全運転範囲（低速、中速、高速）において、排気ガス中に含まれる有害成分を浄化することができる排気浄化装置を備えた内燃機関を提供することである。

【解決手段】 内燃機関の排気通路に燃焼器を設け、前記燃焼器内の空気過剰率と燃焼温度とを制御する空気過剰率制御手段と燃焼温度制御手段とを設け、前記燃焼器内における燃焼により排気ガスに含まれる有害成分を浄化する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の排気通路に燃焼器を設け、前記燃焼器内の空気過剰率と燃焼温度とを制御する空気過剰率制御手段と燃焼温度制御手段とを設け、前記燃焼器内における燃焼により排気ガスに含まれる有害成分を浄化することを特徴とする排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項2】 前記燃焼器内の空気過剰率 $\lambda$ を前記空気過剰率制御手段により

$$1.0 \leq \lambda \leq 1.2$$

の範囲内に設定し、排気ガス中の $\text{NO}_x$ を浄化する請求項1に記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項3】 前記燃焼器に炭化水素系の燃料を供給する請求項1に記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項4】 前記燃焼温度制御手段により燃焼器内の酸素濃度を10%未満に設定し、かつ空気過剰率制御手段により空気過剰率 $\lambda$ を

$$1.0 < \lambda < 1.2$$

の範囲内に設定した請求項1に記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項5】 前記燃焼温度制御手段により燃焼器内の燃焼温度 $T$ を、

$$800^\circ\text{C} < T < 1500^\circ\text{C}$$

の範囲内に設定する請求項4に記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項6】 前記燃焼器内の空気過剰率 $\lambda$ を前記空気過剰率制御手段により

$$1.0 < \lambda$$

に設定し、排気ガス中の $\text{HC}$ 、 $\text{CO}$ 及びすす等の微粒子を浄化する請求項1に記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項7】 前記燃焼器に炭化水素系の燃料を供給する請求項6に記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項8】 前記空気過剰率制御手段により燃焼器内の空気過剰率 $\lambda$ を

$$1.4 < \lambda$$

に設定した請求項1に記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項9】 前記燃焼温度制御手段により燃焼器内の燃焼温度 $T$ を

$$1300^\circ\text{C} < T < 1500^\circ\text{C}$$

の範囲内に設定する請求項8に記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項10】 前記空気過剰率制御手段として燃料供給量調整手段を備え、前記燃料供給量調整手段により燃焼器への燃料の供給量を制御して燃焼器内の空気過剰率を制御可能にした請求項1、2、4、6及び8のうちのいずれかに記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項11】 前記空気過剰率制御手段として燃料供給量調整手段と空気供給量調整手段とを備えた請求項

1、2、4、6及び8のうちのいずれかに記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項12】 前記空気供給量調整手段として圧縮機による圧縮空気の供給手段を備えた請求項11に記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項13】 内燃機関の排気ガスの全量を燃焼器内の燃焼領域に供給するようにした請求項1、2、4、6及び8のうちのいずれかに記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

10 【請求項14】 燃焼器内の排気ガスを浄化する燃焼領域へ供給する排気ガス量と、前記燃焼領域より下流側の浄化後の排気ガスの温度を低下させる希釈領域へ供給する排気ガス量とを調整可能な調整手段を備えた請求項1、2、4、6及び8のうちのいずれかに記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項15】 内燃機関の機関回転数を検出する機関回転数検出手段、排気温度検出手段、給気圧検出手段及びこれらの検出手段により得られた検出信号から前記内燃機関の燃焼室で発生した排気ガスの空気過剰率を算出する空気過剰率算出手段と機関出力を算出する機関出力算出手段を設け、内燃機関の燃焼室から排出される排気ガス量を検出する排気ガス排出量検出手段を設け、前記空気過剰率算出手段により算出された空気過剰率と排気ガス排出量検出手段により得られた排気ガス排出量により燃焼器内の空気過剰率 $\lambda$ を検出可能でかつ検出した空気過剰率 $\lambda$ を所望する範囲内に変更可能な空気過剰率制御手段を設けた請求項1に記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

30 【請求項16】 前記燃焼器内に空気過剰率 $\lambda$ を $\lambda \leq 1.2$

の範囲に設定して排気ガス中の $\text{NO}_x$ を浄化する上流側燃焼領域を設け、前記上流側燃焼領域よりも下流側に空気過剰率 $\lambda$ を

$$1.0 < \lambda$$

の範囲に設定して排気ガス中の $\text{HC}$ 、 $\text{CO}$ 及びすす等の微粒子を浄化する下流側燃焼領域を設け、前記上流側燃焼領域及び下流側燃焼領域で排気ガスに含まれる $\text{NO}_x$ 、 $\text{HC}$ 、 $\text{CO}$ 及びすす等の微粒子を浄化する請求項1に記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

40 【請求項17】 前記燃焼器内の上流側に空気過剰率 $\lambda$ を

$$1.0 < \lambda$$

の範囲に設定して排気ガス中の $\text{HC}$ 、 $\text{CO}$ 及びすす等の微粒子を浄化する上流側燃焼領域を設け、前記上流側燃焼領域よりも下流側に空気過剰率 $\lambda$ を

$$1.0 \leq \lambda \leq 1.2$$

の範囲に設定して排気ガス中の $\text{NO}_x$ を浄化する下流側燃焼領域を設け、

50 前記上流側燃焼領域及び下流側燃焼領域で排気ガスに含まれる $\text{NO}_x$ 、 $\text{HC}$ 、 $\text{CO}$ 及びすす等の微粒子を浄化す



る請求項1に記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項18】 前記燃焼器内の上流側に空気過剰率 $\lambda$ を

$\lambda < 1.0$

の範囲に設定して排気ガス中の $\text{NO}_x$ を浄化する上流側燃焼領域を設け、

前記上流側燃焼領域よりも下流側に空気過剰率 $\lambda$ を

$1.4 < \lambda$

の範囲に設定して排気ガス中の $\text{HC}$ 、 $\text{CO}$ 及びすす等の微粒子を浄化する下流側燃焼領域を設け、

前記上流側燃焼領域及び下流側燃焼領域で排気ガスに含まれる $\text{NO}_x$ 、 $\text{HC}$ 、 $\text{CO}$ 及びすす等の微粒子を浄化する請求項1に記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項19】 燃焼器の上流側燃焼領域に供給した排気ガスの全量を下流側燃焼領域に供給する請求項16～18のうちのいずれかに記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項20】 内燃機関で発生した排気ガスを前記燃焼器の上流側燃焼領域と下流側燃焼領域へ供給する分岐通路を設け、かつ上流側燃焼領域に供給された排気ガスを下流側燃焼領域へ供給可能にした請求項16～18のうちのいずれかに記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項21】 浄化後の排気ガスの温度を低下させるための希釈領域を前記下流側燃焼領域よりもさらに下流側に設け、内燃機関で発生した排気ガスを前記燃焼器の上流側燃焼領域と下流側燃焼領域及び前記希釈領域へ供給する分岐通路を設け、かつ上流側燃焼領域で浄化された排気ガスを下流側燃焼領域へ供給可能にした請求項16～18のうちのいずれかに記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項22】 上流側燃焼領域及び下流側燃焼領域へ直接供給する排気ガスの供給量を調整する調整手段を備えた請求項19～21のうちのいずれかに記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項23】 内燃機関で発生した排気ガスの一部を燃焼器内の燃焼領域より下流側の希釈領域に直接供給可能にし、燃焼領域で浄化された排気ガスの温度を低下させる請求項1～9、16～18のうちのいずれかに記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項24】 圧縮機により生成される圧縮空気を燃焼器内の燃焼領域より下流側の希釈領域に供給可能にし、前記燃焼領域で浄化された排気ガスの温度を低下させる請求項1～9、16～18のうちのいずれかに記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項25】 前記内燃機関の排気ガスにより蒸気を生成する熱交換器を設け、前記熱交換器で生成した蒸気を燃焼器内の希釈領域に供給可能にした請求項1～9、16～18のうちのいずれかに記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項26】 内燃機関の排気通路に燃焼器を設け、前記燃焼器内の空気過剰率と燃焼温度とを制御する空気過剰率制御手段と燃焼温度制御手段とを設け、前記燃焼器内の燃焼領域における燃焼により排気ガスに含まれる有害成分が浄化可能であり、燃焼器より下流側の排気通路にタービンを設け、前記タービンに発電機を設置した排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項27】 前記タービンにより駆動されかつ内燃機関へ圧縮空気を供給する圧縮機を設け、前記燃焼器内の空気過剰率、燃焼温度、燃焼後の排気ガス温度のうち少なくとも一つを所望する範囲内に変更可能にする量の圧縮空気を前記圧縮機から前記燃焼器へ供給可能にした請求項26に記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項28】 前記タービンよりも下流側の排気通路に熱交換器を設け、前記熱交換器により高温の排気ガスから熱伝達されて生成した蒸気を前記燃焼器内の燃焼領域よりも下流側の希釈領域へ供給可能にした請求項26又は27に記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項29】 前記燃焼器の燃焼領域へ圧縮空気を供給する空気通路に熱交換器を設け、前記熱交換器にタービンより下流側の排気通路を接続し、前記熱交換器により高温の排気ガスから低温の圧縮空気へ熱伝達させて圧縮空気を昇温させる請求項26又は27に記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項30】 前記タービンにより駆動される第1圧縮機と第2圧縮機を設け、第1圧縮機により圧縮された第1圧縮空気を冷却する熱交換器を設け、前記熱交換器で冷却された第1圧縮空気をさらに第2圧縮機により圧縮して第2圧縮空気を生成する請求項26又は27に記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項31】 燃焼器の下流側の排気通路に上流側タービンと下流側タービンを設け、上流側タービンにより駆動される圧縮機を設け、下流側タービンにより駆動される発電機を設けた請求項26又は27に記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項32】 燃焼器の下流側の排気通路に上流側タービンと下流側タービンを設け、前記下流側タービンにより駆動される第3圧縮機と発電機を設け、前記上流側タービンにより駆動される第4圧縮機を設け、前記第3圧縮機で圧縮された第3圧縮空気を冷却する熱交換器を設け、前記熱交換器で冷却された第3圧縮空気をさらに第4圧縮機で圧縮して第4圧縮空気を生成可能にした請求項26又は27に記載の排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項33】 自然吸気式の内燃機関において、前記内燃機関の排気通路に燃焼器を設け、前記燃焼器内の空気過剰率と燃焼温度とを制御する空気過剰率制御手段と燃焼温度制御手段とを設けて前記燃焼器内における燃焼により排気ガスに含まれる有害成分を浄化可能とし、また、前記燃焼器の下流側の排気通路にタービンを設け、

前記タービンで駆動される発電機を設けたことを特徴とする排気浄化装置を備えた内燃機関。

【請求項34】 内燃機関の排気通路に燃焼器を設け、前記燃焼器内に排気ガスが遮断された保炎領域を設け、前記保炎領域内に燃料を供給する燃料供給手段を設け、前記燃焼器内に空気を供給する空気供給手段を設け、前記燃焼器内の保炎領域より下流側に排気ガスを流入させる燃焼領域を設け、前記燃料と空気とで保炎領域内で火炎を生成し、前記火炎を下流側の燃焼領域へ供給し、燃焼器内における燃焼により排気ガスに含まれる有害成分を浄化することを特徴とする排気浄化装置を備えた内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の排気ガス中に含まれる $\text{NO}_x$ やHC等の有害成分を除去することができる排気浄化装置を備えた内燃機関に関するものである。

【0002】

【従来の技術】内燃機関から排出される排気ガス中に含まれる $\text{NO}_x$ 等の有害成分は、排気通路に触媒や排気微粒子を除去するフィルタを設けることにより除去し、清浄な排気ガスを排出するようにするのが一般的である。ところが、この触媒やフィルタなどの後処理装置は高価である上に経時劣化や燃料に含まれるS（硫黄）成分により浄化性能が悪化する。また、フィルタはすす等の微粒子による目詰まりを起こし、期待する浄化性能を常に発揮することが困難であり、使用条件が限定される。

【0003】また、燃焼により排気ガスを浄化するものとして本願出願人の出願である特開昭59-534号の「排気タービン過給機付内燃機関の排気ガス処理装置」がある。しかし、この特開昭59-534号では、内燃機関の始動性を向上させるために排気通路に燃焼器が設けられており、低負荷時又は低速運転時において排出される排気ガスの浄化は可能であるが、高負荷時及び高速運転時に排出される排気ガスは浄化することができない。未燃HCは浄化（酸化）することができるが、 $\text{NO}_x$ は浄化（還元）できなかった。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】そこで本発明では、全負荷領域及び全運転範囲（低速、中速、高速）において、排気ガス中に含まれる有害成分を浄化することができる排気浄化装置を備えた内燃機関を提供することを課題としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため請求項1の発明では、内燃機関の排気通路に燃焼器を設け、前記燃焼器内の空気過剰率と燃焼温度とを制御する空気過剰率制御手段と燃焼温度制御手段とを設け、前記燃焼器内における燃焼により排気ガスに含まれる有害成

分を浄化するようにした。

【0006】請求項2の発明では請求項1の発明において、前記燃焼器内の空気過剰率 $\lambda$ を前記空気過剰率制御手段により  $1.0 \leq \lambda \leq 1.2$  の範囲内に設定し、排気ガス中の $\text{NO}_x$ を浄化するようにした。

【0007】請求項3の発明では請求項1の発明において、前記燃焼器に炭化水素系の燃料を供給するようにした。

【0008】請求項4の発明では請求項1の発明において、前記燃焼温度制御手段により燃焼器内の酸素濃度を10%未満に設定し、かつ空気過剰率制御手段により空気過剰率 $\lambda$ を  $1.0 < \lambda < 1.2$  の範囲内に設定するようにした。

【0009】請求項5の発明では請求項4の発明において、前記燃焼温度制御手段により燃焼器内の燃焼温度 $T$ を、  $800^\circ\text{C} < T < 1500^\circ\text{C}$  の範囲内に設定するようにした。

【0010】請求項6の発明では請求項1の発明において、前記燃焼器内の空気過剰率 $\lambda$ を前記空気過剰率制御手段により  $1.0 < \lambda$  に設定し、排気ガス中のHC、CO及びすす等の微粒子を浄化するようにした。

【0011】請求項7の発明では請求項6の発明において、前記燃焼器に炭化水素系の燃料を供給するようにした。

【0012】請求項8の発明では請求項1の発明において、前記空気過剰率制御手段により燃焼器内の空気過剰率 $\lambda$ を  $1.4 < \lambda$  に設定するようにした。

【0013】請求項9の発明では請求項8の発明において、前記燃焼温度制御手段により燃焼器内の燃焼温度 $T$ を  $1300^\circ\text{C} < T < 1500^\circ\text{C}$  の範囲内に設定するようにした。

【0014】請求項10の発明では請求項1、2、4、6及び8のうちのいずれかの発明において、前記空気過剰率制御手段として燃料供給量調整手段を備え、前記燃料供給量調整手段により燃焼器への燃料の供給量を制御して燃焼器内の空気過剰率を制御可能にした。

【0015】請求項11の発明では請求項1、2、4、6及び8のうちのいずれかの発明において、前記空気過剰率制御手段として燃料供給量調整手段と空気供給量調整手段とを備えた。

【0016】請求項12の発明では請求項11の発明において、前記空気供給量調整手段として圧縮機からの圧縮空気の供給手段を備えた。

【0017】請求項13の発明では請求項1、2、4、6及び8のうちのいずれかの発明において、内燃機関の排気ガスの全量を燃焼器内の燃焼領域に供給するようにした。

【0018】請求項14の発明では請求項1、2、4、6及び8のうちのいずれかの発明において、燃焼器内の排気ガスを浄化する燃焼領域へ供給する排気ガス量と、



前記燃焼領域より下流側の浄化後の排気ガスの温度を低下させる希釈領域へ供給する排気ガス量とを調整可能な調整手段を備えた。

【0019】請求項15の発明では請求項1の発明において、内燃機関の機関回転数を検出する機関回転数検出手段、排気温度検出手段、給気圧検出手段及びこれらの検出手段により得られた検出信号から前記内燃機関の燃焼室で発生した排気ガスの空気過剰率を算出する空気過剰率算出手段と機関出力を算出する機関出力算出手段を設け、内燃機関の燃焼室から排出される排気ガス量を検出する排気ガス排出量検出手段を設け、前記空気過剰率算出手段により算出された空気過剰率と排気ガス排出量検出手段により得られた排気ガス排出量により燃焼器内の空気過剰率 $\lambda$ を検出可能でかつ検出した空気過剰率 $\lambda$ を所望する範囲内に変更可能な空気過剰率制御手段を設けた。

【0020】請求項16の発明では請求項1の発明において、前記燃焼器内に空気過剰率 $\lambda$ を  $\lambda \leq 1.2$  の範囲に設定して排気ガス中の $\text{NO}_x$ を浄化する上流側燃焼領域を設け、前記上流側燃焼領域よりも下流側に空気過剰率 $\lambda$ を  $1.0 < \lambda$  の範囲に設定して排気ガス中の $\text{HC}$ 、 $\text{CO}$ 及びすす等の微粒子を浄化する下流側燃焼領域を設け、前記上流側燃焼領域及び下流側燃焼領域で排気ガスに含まれる $\text{NO}_x$ 、 $\text{HC}$ 、 $\text{CO}$ 及びすす等の微粒子を浄化するようにした。

【0021】請求項17の発明では請求項1の発明において、前記燃焼器内の上流側に空気過剰率 $\lambda$ を  $1.0 < \lambda$  の範囲に設定して排気ガス中の $\text{HC}$ 、 $\text{CO}$ 及びすす等の微粒子を浄化する上流側燃焼領域を設け、前記上流側燃焼領域よりも下流側に空気過剰率 $\lambda$ を  $1.0 \leq \lambda \leq 1.2$  の範囲に設定して排気ガス中の $\text{NO}_x$ を浄化する下流側燃焼領域を設け、前記上流側燃焼領域及び下流側燃焼領域で排気ガスに含まれる $\text{NO}_x$ 、 $\text{HC}$ 、 $\text{CO}$ 及びすす等の微粒子を浄化するようにした。

【0022】請求項18の発明では請求項1の発明において、前記燃焼器内の上流側に空気過剰率 $\lambda$ を  $\lambda < 1.0$  の範囲に設定して排気ガス中の $\text{NO}_x$ を浄化する上流側燃焼領域を設け、前記上流側燃焼領域よりも下流側に空気過剰率 $\lambda$ を  $1.4 < \lambda$  の範囲に設定して排気ガス中の $\text{HC}$ 、 $\text{CO}$ 及びすす等の微粒子を浄化する下流側燃焼領域を設け、前記上流側燃焼領域及び下流側燃焼領域で排気ガスに含まれる $\text{NO}_x$ 、 $\text{HC}$ 、 $\text{CO}$ 及びすす等の微粒子を浄化するようにした。

【0023】請求項19の発明では請求項16～18のうちのいずれかの発明において、燃焼器内の上流側燃焼領域に供給した排気ガスの全量を下流側燃焼領域に供給するようにした。

【0024】請求項20の発明では請求項16～18のうちのいずれかの発明において、内燃機関で発生した排気ガスを前記燃焼器の上流側燃焼領域と下流側燃焼領域

へ供給する分岐通路を設け、かつ上流側燃焼領域に供給された排気ガスを下流側燃焼領域へ供給可能にした。

【0025】請求項21の発明では請求項16～18のうちのいずれかの発明において、浄化後の排気ガスの温度を低下させるための希釈領域を前記下流側燃焼領域よりもさらに下流側に設け、内燃機関で発生した排気ガスを前記燃焼器の上流側燃焼領域と下流側燃焼領域及び前記希釈領域へ供給する分岐通路を設け、かつ上流側燃焼領域で浄化された排気ガスを下流側燃焼領域へ供給可能にした。

【0026】請求項22の発明では請求項19～21のうちのいずれかの発明において、上流側燃焼領域及び下流側燃焼領域へ直接供給する排気ガスの供給量を調整する調整手段を備えた。

【0027】請求項23の発明では請求項1～9、16～18のうちのいずれかの発明において、内燃機関で発生した排気ガスの一部を燃焼器内の燃焼領域より下流側の希釈領域に直接供給可能にし、燃焼領域で浄化された排気ガスの温度を低下させるようにした。

【0028】請求項24の発明では請求項1～9、16～18のうちのいずれかの発明において、圧縮機により生成される圧縮空気を燃焼器内の燃焼領域より下流側の希釈領域に供給可能にし、前記燃焼領域で浄化された排気ガスの温度を低下させるようにした。

【0029】請求項25の発明では請求項1～9、16～18のうちのいずれかの発明において、前記内燃機関の排気ガスにより蒸気を生成する熱交換器を設け、前記熱交換器で生成した蒸気を燃焼器内の希釈領域に供給可能にした。

【0030】請求項26の発明では、内燃機関の排気通路に燃焼器を設け、前記燃焼器内の空気過剰率と燃焼温度とを制御する空気過剰率制御手段と燃焼温度制御手段とを設け、前記燃焼器内の燃焼領域における燃焼により排気ガスに含まれる有害成分が浄化可能であり、燃焼器より下流側の排気通路にタービンを設け、前記タービンに発電機を設置した。

【0031】請求項27の発明では請求項26の発明において、前記タービンにより駆動されかつ内燃機関へ圧縮空気を供給する圧縮機を設け、前記燃焼器内の空気過剰率、燃焼温度、燃焼後の排気ガス温度のうち少なくとも一つを所望する範囲内に変更可能にする量の圧縮空気を前記圧縮機から前記燃焼器へ供給可能にした。

【0032】請求項28の発明では請求項26又は27の発明において、前記タービンよりも下流側の排気通路に熱交換器を設け、前記熱交換器により高温の排気ガスから熱伝達されて生成した蒸気を前記燃焼器内の燃焼領域よりも下流側の希釈領域へ供給可能にした請求項に記載の排気浄化装置を備えた。

【0033】請求項29の発明では請求項26又は27の発明において、前記燃焼器の燃焼領域へ圧縮空気を供

10

20

30

40

50

給する空気通路に熱交換器を設け、前記熱交換器にタービンより下流側の排気通路を接続し、前記熱交換器により高温の排気ガスから低温の圧縮空気へ熱伝達させて圧縮空気を昇温させるようにした。

【0034】請求項30の発明では請求項26又は27の発明において、前記タービンにより駆動される第1圧縮機と第2圧縮機を設け、第1圧縮機により圧縮された第1圧縮空気を冷却する熱交換器を設け、前記熱交換器により冷却された第1圧縮空気をさらに第2圧縮機により圧縮して第2圧縮空気を生成するようにした。

【0035】請求項31の発明では請求項26又は27の発明において、燃焼器の下流側の排気通路に上流側タービンと下流側タービンを設け、上流側タービンにより駆動される圧縮機を設け、下流側タービンにより駆動される発電機を設けた。

【0036】請求項32の発明では請求項26又は27の発明において、燃焼器の下流側の排気通路に上流側タービンと下流側タービンを設け、前記下流側タービンにより駆動される第3圧縮機と発電機を設け、前記上流側タービンにより駆動される第4圧縮機を設け、前記第3圧縮機で圧縮された第3圧縮空気をさらに第4圧縮機で圧縮して第4圧縮空気を生成可能にした。

【0037】請求項33の発明では、自然吸気式の内燃機関において、前記内燃機関の排気通路に燃焼器を設け、前記燃焼器内の空気過剰率と燃焼温度とを制御する空気過剰率制御手段と燃焼温度制御手段とを設けて前記燃焼器内における燃焼により排気ガスに含まれる有害成分を浄化可能とし、また、前記燃焼器の下流側の排気通路にタービンを設け、前記タービンで駆動される発電機を設けた。

【0038】請求項34の発明では、内燃機関の排気通路に燃焼器を設け、前記燃焼器内に排気ガスが遮断された保炎領域を設け、前記保炎領域内に燃料を供給する燃料供給手段を設け、前記燃焼器内に空気を供給する空気供給手段を設け、前記燃焼器内の保炎領域より下流側に排気ガスを流入させる燃焼領域を設け、前記燃料と空気とで保炎領域内で火炎を生成し、前記火炎を下流側の燃焼領域へ供給し、燃焼器内における燃焼により排気ガスに含まれる有害成分を浄化するようにした。

【0039】

【発明の実施の形態】（請求項1、10、11、12、15、26、27の発明の実施例）図1は、請求項1、10、11、12、15、26及び27の発明による排気浄化装置を備えた内燃機関の燃料供給経路、空気供給経路、排気ガス排出経路及び信号伝達経路を示す系統略図である。内燃機関本体1には燃料タンク29から燃料供給管9を介して燃料（例えばガソリン、重油、軽油等の炭化水素系燃料）が供給され、給気管16を介して空気（圧縮空気）が供給される。

【0040】内燃機関本体1の図示しない燃焼室におい

て燃焼が行われ、駆動軸17を介して発電機6へ動力が伝達（出力）される。また、排気管24（排気通路）を介して有害成分を含む排気ガスが排出される。

【0041】排気管24は、燃焼器2と接続されており、排気ガスは燃焼器2内に流入するようになっている。また、燃焼器2には燃料供給管9から分岐しかつ途中に調量弁11を備えた燃料供給管10を介して燃料が供給可能になっている。さらに燃焼器2には後述する圧縮空気供給管14から分岐しかつ途中に調量弁12を備えた圧縮空気供給管15を介して圧縮空気が供給可能になっている。

【0042】また、図1に示すように、燃焼器2の下流側には排気管25が接続されており、燃焼器2内の排気ガスは、燃焼器2に供給された燃料と圧縮空気により燃焼された後に排気管25を介して排出可能となっている。

【0043】排気管25の下流側にはタービン3が設けられている。燃焼器2から排気管25を介して排出された排気ガスはタービン3を回転させ、駆動軸27を介して圧縮機4を駆動し、また駆動軸18を介して発電機7を駆動させる。タービン3を回転させた排気ガスは、排気管26を介して外部（大気中）へ排出される。

【0044】駆動軸27で駆動された圧縮機4は空気取入管13から空気を吸引して圧縮空気を生成する。生成された圧縮空気は、圧縮空気供給管14を介してインタークーラ5へ供給される。圧縮空気はインタークーラ5内で冷却水供給管60を介して供給される冷却水で冷却されて給気管16を介して内燃機関本体1の燃焼室（図示せず）へ供給可能となっている。

【0045】給気管16の内燃機関本体1との接続部付近には給気圧（ブースト圧）検出センサ19が設けられている。燃焼器2には温度センサ28が設けられており、温度センサ28は燃焼器2内の温度を検出する。さらに排気管24には排気ガス流量計21、酸素センサ22及び排気温度センサ23が設けられている。これらの各センサにより検出された検出信号は、それぞれ信号線を介してECU8（メモリを備えたコンピュータユニット）へ伝達される。

【0046】ECU8は、これらの検出信号が入力されると、後述する諸条件を満たすように調量弁11及び12の開度を調整して必要な量の燃料と空気とを燃焼器2内に供給し、燃焼器2内の空気過剰率 $\lambda$ 及び燃焼温度を調整することができるようになっている。つまりこれらにより空気過剰率制御手段と燃料供給量調整手段とが構成されている。

【0047】燃焼器2の内容積は既知であり、燃焼器2内の排気ガス量と酸素濃度は、酸素センサ22と排気ガス流量計21（排気ガス排出量検出手段）で検出した検出信号によりECU8が演算して算出する。

【0048】また、機関出力は機関回転数検出センサ2



0. 給気圧検出センサ19及び排気温度センサ23により検出した検出信号により求めることができ、この機関出力と給気圧検出センサ19で検出した給気圧から排気管24内及び燃焼器2内の排気ガスの空気過剰率 $\lambda$ をECU8で算出する。

【0049】燃焼器2内の排気ガス中に含まれる浄化対象とする有害成分が $\text{NO}_x$ であるかまたは未燃HC、CO及びすす等の微粒子であるかにより、この空気過剰率 $\lambda$ の値を後述する各実施例に記載の通りに設定する。また、燃焼器2内の温度は温度センサ28で検出するが、燃焼器2内の温度を所望する温度まで上昇させるために必要な量の燃料と圧縮空気とをECU8が算出しかつ算出した量の燃料と空気（圧縮空気）とを燃焼器2へ供給可能に調量弁11、12の開度を調整して燃料と空気とを燃焼器2へ供給する。

【0050】ここでは圧縮機4で生成された圧縮空気を燃焼器2へ供給するようにしたが、燃焼器2へ供給する空気は、圧縮機4とは別に圧縮機を設けてこの圧縮機により供給するようにしてもよい。

【0051】（請求項2～5の発明の実施例）内燃機関本体1の燃焼室（図示せず）で燃焼が行われた場合、排気管24を通過する排気ガス中には $\text{NO}_x$ が多量に含まれている。この場合、燃焼器2内の空気過剰率 $\lambda$ が $1.0 \leq \lambda \leq 1.2$ の範囲内に入るようにECU8は調量弁11、12の開度を調整し、燃料と圧縮空気とを燃焼器2へ供給する。

【0052】さらに燃焼器2内の酸素濃度が10%未満となるように、また、燃焼温度 $T$ が $800^\circ\text{C} < T < 1500^\circ\text{C}$ となるように、ECU8は燃料と空気（圧縮空気）の必要量を算出し、かつ算出した量の燃料と空気とを燃焼器2へ供給可能に調量弁11、12の開度を調整して燃料と空気とを燃焼器2へ供給し、燃焼器2内の温度を調整する。

【0053】図14は、燃焼器2内の酸素濃度を10%未満に設定して空気過剰率を変化させた際の $\text{NO}_x$ の浄化率を示すグラフである。排気ガスの流量は、標準状態で $5\text{ L/min}$ （リットル/分）である。図14から、空気過剰率が0.2～1.0であれば90%程度の高い浄化率を呈することがわかる。

【0054】（請求項6～9の発明の実施例）内燃機関本体1の燃焼室の空気過剰率 $\lambda$ が $\lambda < 1$ で燃焼が行われると、排気管24を通過する排気ガス中には未燃HC、CO及びPM（すす等の微粒子）が多量に含まれている。この場合、燃焼器2内の空気過剰率 $\lambda$ を $1.0 < \lambda$ （好ましくは $1.4 < \lambda$ ）の範囲内に入るようにECU8は調量弁11、12の開度を調整し、燃料と圧縮空気とを燃焼器2へ供給する。

【0055】さらに燃焼器2内の燃焼温度 $T$ が $1300^\circ\text{C} < T < 1500^\circ\text{C}$ となるように、ECU8は燃料と空気の必要量を算出し、かつ算出した量の燃料と空気とを

燃焼器2へ供給可能に調量弁11、12の開度を調整して燃料と空気とを燃焼器2へ供給し、燃焼器2内の温度を調整する。

【0056】図16は、燃焼器2内の燃焼温度と排気ガス中のCO及び $\text{NO}_x$ の浄化の傾向の関係を示すグラフである。燃焼温度が低いとCOの排出量が多くなり、逆に燃焼温度が高くなると $\text{NO}_x$ の排出量が多くなる。図16によると、燃焼温度 $T$ の範囲を $1300^\circ\text{C} < T < 1500^\circ\text{C}$ に限定すると、CO、 $\text{NO}_x$ のいずれも比較的良好に浄化されることがわかる。

【0057】（請求項13の発明の実施例）図2は、請求項13の発明による図1の燃焼器2の断面略図である。図2の燃焼器2では、内燃機関本体1から排出された排気ガスの全量が燃焼器内筒51の排気ガス取入口74から燃焼器2内へ流入可能となっている。単位時間当たりの排気ガスの流入量は排気ガス取入口74に設けた開閉機構52の可動部53を矢印Aで示す方向に摺動させることにより調整することができる。

【0058】排気ガス取入口74から流入した排気ガスは旋回羽根35を通過して内筒51内に入る。排気ガス取入口74から空気（圧縮空気）38aも流入することができるよう圧縮空気供給管15から枝分かれした配管15a（枝分かれ部分は図示せず）が内筒51よりも上流側の外筒50に接続されている。

【0059】燃料供給管10は保護管75内に收容されており、高温の排気ガスから保護されている。図2に示すように燃料供給管10の先端には燃料噴射弁76が設けてあり、この燃料噴射弁76から燃焼器2の内筒51内へ燃料37が噴射される。内筒51内には点火プラグ30が設けてあり、点火プラグ30により点火された燃料37と排気ガス77及び空気38aが内筒51内の燃焼領域31において燃焼する。

【0060】噴射される燃料37と排気ガス77を含む空気38aの比（空気過剰率）は、燃料噴射弁76からの燃料37の噴射量を調整するか、又は開閉機構52の可動部53を矢印Aの方向に摺動させることにより燃焼領域31へ流入する空気量を調整することにより変更可能となっている。

【0061】燃焼領域31の下流側には希釈領域32が設けてある。この希釈領域32の内筒51には希釈孔33が設けてある。圧縮空気供給管15から供給される圧縮空気38は、燃焼器2の内筒51と外筒50の間に形成した環状通路39内を流れ、希釈孔33から内筒51内の希釈領域32へ希釈ガス40として流入する。希釈領域32では、燃焼領域31で燃焼した後の排気ガスと希釈孔33から流入した希釈ガス40とが混合し、燃焼後の高温の排気ガスは希釈ガス40に希釈されることにより、例えば $900^\circ\text{C}$ 程度以下まで冷却される。

【0062】（請求項14の発明の実施例）図3は、請求項14の発明による図1の燃焼器2の断面略図であ

10

20

30

40

50



る。図3では、希釈孔33から内筒51内へ流入する希釈ガス34に排気ガス77が混入する点が図2の燃焼器2と異なっている。図3において図2の符号と同じ符号を付した構成は、図2の構成と基本的に同じである。

【0063】圧縮空気供給管15から供給された圧縮空気38の一部は排気ガス取入口74から燃焼領域31内へ流入し、残りのうちのさらに一部はバイパス通路36を通過して希釈孔33から内筒51内の希釈領域32へ流入する。

【0064】また、排気ガス77も一部は排気ガス取入口74から燃焼領域31へ流入し、残りのうちのさらに一部はバイパス通路36を通過して希釈孔33から内筒51の希釈領域32へ流入する。ここで、バイパス通路36を通る希釈ガス34（排気ガス又は空気と排気ガスの混合気）が希釈領域32へ流入するように希釈孔33より下流側のバイパス通路36を閉じるようにしてもよい。

【0065】（請求項16、18、19の発明の実施例）図4は請求項16、18、19の発明による図1の燃焼器2の断面略図である。図4に示す燃焼器2の構成において図2の構成と異なる点は、図2では内筒51内に燃焼領域31と希釈領域32が設けられていたが、図4では内筒51内に第1燃焼領域41、第2燃焼領域42及び希釈領域43が設けられている点である。これらの領域は、図4において破線で区画されている。

【0066】図4において、第1燃焼領域41には排気ガス77の全量と圧縮空気38aが供給される。開閉機構52により排気ガス77及び圧縮空気38aの流入量を調整し、かつ燃料37の噴射量を図1のECU8により調整し、第1燃焼領域41における空気過剰率 $\lambda_1$ を、 $\lambda_1 \leq 1.2$ の範囲内に調整する。

【0067】第2燃焼領域42には第1燃焼領域41で燃焼した排気ガスがそのまま流入する。内筒50の外周には環状の第1通路45が形成されている。第1通路45は圧縮空気供給管15と連通している。さらに第1通路45の内周側には内筒50内に連通する第2通路46が設けてある。この第2通路46から圧縮空気38が流入可能となっている。

【0068】第2通路46には二次燃料供給管44が接続されており、第2通路46に燃料37aが供給可能になっている。この第2通路46から供給される圧縮空気38と燃料37a及び第1燃焼領域から流入した排気ガスが混合した混合気の空気過剰率 $\lambda_2$ は、 $1.0 < \lambda_2$ となるようにECU8（図1）が調整する。

【0069】このように2つの燃焼領域（第1燃焼領域41、第2燃焼領域42）を備えることにより $\text{NO}_x$ は第1燃焼領域41で浄化し、HCとCO及びPM（すす等の微粒子）は第2燃焼領域42で良好に浄化することができる。

【0070】第1燃焼領域41における空気過剰率 $\lambda_1$

を $\lambda_1 < 1.0$ に設定すると、未燃HC、CO及びPMが多量に生じるが、 $\text{NO}_x$ は良好に浄化される。また、第1燃焼領域41で多量に発生した未燃HC、CO及びPMは、第2燃焼領域42で浄化される

【0071】図13は、ディーゼル機関に本発明を適用した際の排気ガス中に含まれる $\text{NO}_x$ 、CO及びPM等の有害成分の排出量を示すグラフである。左端の一组の棒グラフでは、内燃機関本体1から排出された排気ガス中の $\text{NO}_x$ 、CO及びPMのそれぞれの含有量を示しており、中央の一组の棒グラフは第1燃焼領域41において浄化された排気ガス中に含まれる $\text{NO}_x$ 、CO及びPMの量を示しており、また、右端の一组の棒グラフは第2燃焼領域42において浄化された排気ガス中に含まれる $\text{NO}_x$ 、CO及びPMの量を示している。

【0072】左端のグラフで示す各有害成分の排出量を1とし（各有害成分間の排出量は異なるが、内燃機関本体1から出た有害成分をそれぞれ1としている）、中央及び右端のグラフでは左端のグラフに対する割合で各有害成分の排出量が示されている。

【0073】中央のグラフでは、内燃機関本体1を出たばかりの排気ガスに含まれていた各有害成分のうち、 $\text{NO}_x$ は第1燃焼領域41で浄化され、含有量は10%（0.1）になっているのがわかる。第1燃焼領域41において燃料と圧縮空気とが供給されて燃焼が行われるので、その際に発生した $\text{NO}_x$ が5%（0.05）程度増加している。また、COとPMに関してはむしろ第1燃焼領域41で浄化される前よりも増加している。

【0074】次に、右端のグラフでは、第2燃焼領域42において行われた浄化作用により、COとPMの量が左端のグラフと比較して10%（0.1）程度にまで減少しているのがわかる。また、第2燃焼領域42においても燃料と圧縮空気とが供給されて燃焼が行われるので、 $\text{NO}_x$ は5%（0.05）程度増加している。最終的に各有害成分は、 $\text{NO}_x$ が当初の20%程度となり、COとPMは当初の10%程度となっていることがわかる。

【0075】（請求項17の発明の実施例）図4において、第1燃焼領域（第3燃焼領域）41の空気過剰率 $\lambda_1$ を $1.0 < \lambda_1$ となるようにECU8（図1）が調整する。また、第2燃焼領域（第4燃焼領域）42の空気過剰率 $\lambda_2$ を $1.0 \leq \lambda_2 \leq 1.2$ の範囲内に調整する。このようにすると、第1燃焼領域41において主にHC、CO及びPMを浄化することができ、第2燃焼領域42において $\text{NO}_x$ を浄化することができる。

【0076】第1燃焼室41において空気過剰率 $\lambda_1$ をリーン（ $1.0 < \lambda_1$ ）に設定するとHC、CO及びPMは良好に浄化することができるものの $\text{NO}_x$ の浄化率が低下する。しかし、第2燃焼室42の空気過剰率 $\lambda_2$ を $1.0 \leq \lambda_2 \leq 1.2$ の範囲に設定することにより、第1燃焼室41で浄化されなかった $\text{NO}_x$ を良好に

浄化することができる。

【0077】（請求項20の発明の実施例）図5は、請求項20の発明による図1の燃焼器2の断面略図である。図4では、排気ガス77の全量が第1燃焼領域41に供給されるように構成されていたが、図5においては、バイパス通路78を介して一部の排気ガス77が第1燃焼領域41を経ずに第2燃焼領域42に直接流入するようになっている。図5に示すような構成は、排気ガス中の有害成分（例えば $\text{NO}_x$ ）の含有量が少ない排気ガスに関して適用することができる。

【0078】第1燃焼領域41の空気過剰率 $\lambda_1$ を $\lambda_1 \leq 1.2$ （好ましくは $\lambda_1 < 1.0$ ）として第1燃焼領域41では主に $\text{NO}_x$ を浄化し、第2燃焼領域42の空気過剰率 $\lambda_2$ を $1.0 < \lambda_2$ （好ましくは $1.4 < \lambda_2$ ）として第2燃焼領域42では主にHC、CO等を浄化したり、空気過剰率 $\lambda$ の設定を変更（例えば第1燃焼領域41の空気過剰率 $\lambda_1$ は $1.0 < \lambda_1$ 、第2燃焼領域42の空気過剰率 $\lambda_2$ は $1.0 \leq \lambda_2 \leq 1.2$ に設定）し、逆に第1燃焼領域41でHC、COを浄化し、第2燃焼領域42で $\text{NO}_x$ を浄化するようにしてもよい。

【0079】（請求項21の発明の実施例）図6は、請求項21の発明による図1の燃焼器2の断面略図である。図6では、第1バイパス通路47が設けられたことにより希釈ガス34（一部の排気ガス77又は一部の排気ガス77及び圧縮空気38）が第1燃焼領域41（上流側燃焼領域）及び第2燃焼領域42（下流側燃焼領域）を経ずに直接希釈領域43へ流入することができるようになっている。

【0080】また、第2バイパス通路48が設けられたことにより一部の排気ガス77、又は一部の排気ガス77と圧縮空気38が第1燃焼領域41を経ずに直接第2燃焼領域42へ流入することができるようになっている。

【0081】第2バイパス通路48には二次燃料供給管44が設けてあり、この二次燃料供給管44により第2燃焼領域42に燃料37aが供給される。

【0082】排気ガス取入口74から第1燃焼室41内へ流入した排気ガス77の有害成分は、排気ガス77、又は排気ガス77と共に流入した圧縮空気38と燃料噴射弁76から噴射される燃料37が燃焼することにより浄化され、浄化後は下流側の第2燃焼領域42において第2バイパス通路48から流入した排気ガス77、又は排気ガス77と圧縮空気38と混合する。

【0083】第2燃焼領域42でこの混合気を浄化し、さらに希釈領域43では浄化されかつ昇温した排気ガスが希釈ガス34により希釈され、例えば900℃程度まで温度が下げられる。

【0084】第1燃焼領域41における空気過剰率 $\lambda_1$ を $\lambda_1 \leq 1.2$ （好ましくは $\lambda_1 < 1.0$ ）に設定

し、かつ第2燃焼領域42における空気過剰率 $\lambda_2$ を $1.0 < \lambda_2$ （好ましくは $1.4 < \lambda_2$ ）に設定すると、第1燃焼室41では $\text{NO}_x$ が良好に浄化され、また、第2燃焼室42では第1燃焼室41で浄化されなかったHC及びCO等を良好に浄化することができる。

【0085】逆に第1燃焼領域41における空気過剰率 $\lambda_1$ を $1.0 < \lambda_1$ に設定し、かつ第2燃焼領域42における空気過剰率 $\lambda_2$ を $1.0 \leq \lambda_2 \leq 1.2$ に設定すると、第1燃焼室41ではHC、CO及びPMが良好に浄化され、また、第2燃焼室42では第1燃焼室41で浄化されなかった $\text{NO}_x$ を良好に浄化することができる。

【0086】（請求項22の発明の実施例）請求項20、21の発明において、第1燃焼領域41へ供給する排気ガス77の量と第2燃焼領域42へ直接供給する排気ガス77の量を調整するため、すでに上述の実施例において述べたように図3～図6に示すように排気ガス取入口74に開閉機構52を設ける。

【0087】可動部53を矢印Aに示す方向に摺動移動させることにより排気ガス取入口74の開度を変更され、この開度が小さくなると第1燃焼領域41へ流入する排気ガス77の量は少なくなり、第2燃焼領域42へ直接流入する排気ガス77の量が多くなる。逆に、開度を大きくすると排気ガス77の第1燃焼領域41への流入量が増加し、かつ第2燃焼領域42への流入量は減少する。

【0088】排気ガス77に含まれる有害成分の量が多くなるほど排気ガス取入口74から第1燃焼領域41へ流入させる排気ガス77の量が多くなるように予め開閉機構52の開度と排気ガス77の流入量の関係を調査しておき、ECU8のメモリにデータをインプットしておく。

【0089】例えば、内燃機関本体1（図1）の燃焼状態を各センサ（機関回転数検出センサ20、酸素センサ22等）により検出された検出信号から判定して排気ガス77に含まれる有害成分の種類と量をECU8により算出し、浄化後の排気ガス中の有害成分の含有量が予め設定した所定量以下となるように開閉機構52の開度を調整する。

【0090】（請求項23の発明の実施例）図3、図6に示す燃焼器2の構成では、排気ガス77の一部が排気ガス取入口74から燃焼領域31又は第1燃焼領域41に流入し、残りがバイパス通路36（図3）又は第1バイパス通路47（図6）を介して希釈領域32又は43に流入するようになっている。

【0091】排気ガス77中の有害成分の含有量が少ないときには、図3又は図6に示すように排気ガス77の全てを浄化せず、排気ガス77の一部を希釈ガス34として希釈領域32（図3）又は43（図6）に流入させるようにしてもよい。その際、希釈用として使用する以



外の排気ガスは、燃焼領域31（図3）又は第1燃焼領域41、第2燃焼領域42（図6）で燃焼して浄化され、その後、高温（1000℃以上）の燃焼ガスは、希釈領域32（図3）又は43（図6）で希釈用の一部の排気ガスと混合し、例えば900℃程度まで温度を低下させる。

【0092】図6において、第1燃焼領域41における空気過剰率 $\lambda_1$ を $\lambda_1 \leq 1.2$ （好ましくは $\lambda_1 < 1.0$ ）に設定し、かつ第2燃焼領域42における空気過剰率 $\lambda_2$ を $1.0 < \lambda_2$ （好ましくは $1.4 < \lambda_2$ ）に設定すると、第1燃焼室41では $\text{NO}_x$ が良好に浄化され、また、第2燃焼室42では第1燃焼室41で浄化されなかったHC及びCO等を良好に浄化することができる。

【0093】ここで、希釈領域32（図3）、43（図6）に流入させる排気ガス77の量は、予め設定した以上に浄化率を悪化させない程度の量となるように、例えば図1のECU8が各センサ（機関回転数検出センサ20、酸素センサ22等）により検出された検出信号から内燃機関本体1の燃焼状態（排気ガス成分）を算出し、かつ開閉機構52の開度を変更することにより調整する。

【0094】（請求項24の発明の実施例）図2、図4、図5の構成では、圧縮空気38のみを希釈領域32へ供給している。この圧縮空気38は、浄化された排気ガスにより駆動されるタービン3（図1）と駆動軸27で連結された圧縮機4で生成されたものである。

【0095】このようにすると、従来から設けられている過給機に対して配管15と調量弁12とを追加するだけで簡単に装置を構成することができる。また、希釈領域32（43）へ供給する圧縮空気は、圧縮機4によらず、別に専用の圧縮機（コンプレッサ）を設けて供給するようにしても差し支えない。

【0096】 $\text{NO}_x$ やHC及びCO等を良好に浄化することができるように、圧縮機4又は別に設けた専用の圧縮機（図示せず）の圧縮空気38の供給量を調整することにより第1燃焼領域41における空気過剰率 $\lambda_1$ 及び第2燃焼領域42における空気過剰率 $\lambda_2$ をそれぞれ設定する。

【0097】（請求項25、28の発明の実施例）図7は、請求項25、28の発明による排気浄化装置を備えた内燃機関の系統略図である。図7に示すように、タービン3から排出される排気ガスを通す排気管55に熱交換器54が設けてある。また、この熱交換器54には給水管57を介して水が供給されている。その他の構成は図1に示す構成と同じである。

【0098】熱交換器54内では、高温の排気ガスと低温の水の間で熱交換が行われ、その後排気ガスは排気管56を介して外部へ排出され、また、水は蒸気となって蒸気供給管58から燃焼器2内の希釈領域へ供給され

る。燃焼器2内に供給された蒸気は、浄化された排気ガスの温度を低下させ、また、排気管25を介してタービン3へ流入しタービン3を駆動させる。

【0099】図15は、空気過剰率を変化させ、蒸気を燃焼器2に供給した場合と供給しない場合の内燃機関200の熱効率を示すグラフである。図15に示すように蒸気を供給すると空気過剰率によらず、全体的に熱効率が向上することがわかる。

【0100】このように蒸気を燃焼器2内の希釈領域へ供給することにより、浄化済みの排気ガスの温度を低下させると共に気体体積を増加させ、タービン3の駆動力を増加させることができる。

【0101】（請求項29の発明の実施例）図11は、請求項29の発明による排気浄化装置を備えた内燃機関の系統略図である。図7に示すように、圧縮空気供給管15の途中には熱交換器70が設けてあり、さらにこの熱交換器70にはタービン3に接続された排気管26を貫通させてある。

【0102】図11の構成は、この熱交換器70内で低温の圧縮空気と高温の排気ガスとの間で熱交換が行われるようにした点が図1の構成と異なっている。その他の構成はすべて図1の構成と同じである。圧縮空気を燃焼器2へ供給する前に予め昇温させておくと、燃焼器2内における燃焼温度を上昇させるために費やされる燃料の量を節約することができる。よって、浄化性能を維持しながら、燃焼器2における燃料の消費量を低減することができる。

【0103】（請求項30の発明の実施例）図9は、請求項30の発明による排気浄化装置を備えた内燃機関の系統略図である。図9に示す内燃機関400では、図1の内燃機関100について圧縮機4と直列に圧縮機62（第1圧縮機）が配置されている。この圧縮機62は駆動軸27と同軸でかつ圧縮機4（第2圧縮機）と接続されている駆動軸63によりタービン3から動力が伝達されている。

【0104】圧縮機62は、空気取入管13を介して空気を取り入れ、さらに取入れた空気を配管65を介して冷却器64へ送る。冷却器64（熱交換器）には、冷却水供給管67から冷却水が供給されている。空気は冷却器64内で冷却水により冷却され、冷却された空気は配管66を介して圧縮機4へ送られる。冷却水は、空気を冷却した後は冷却水排出管68を介して外部へ排出される。その他の内燃機関400の構成は、図1の内燃機関100の構成と同じである。

【0105】このように内燃機関400を構成すると、排気ガスの浄化率を維持しながら図1の内燃機関100よりも2ポイント程度（例えば40%から42%に）熱効率を向上させることができる。

【0106】（請求項31の発明の実施例）図8は、請求項31の発明による排気浄化装置を備えた内燃機関の

系統略図である。図8に示す内燃機関300では、タービン3の下流側にタービン61を配置し、タービン61には排気管26を介して排気ガスが流入する。タービン61には駆動軸18で駆動される発電機7が接続されている。発電機7はタービン61によって駆動され、排気ガスはタービン61から排気管59を介して外部へ排出される。その他の構成は図1の内燃機関100と同じである。

【0107】このように内燃機関300を構成すると、内燃機関300が低負荷であるか又は低速運転時においてタービン3をタービン61よりも優先して駆動させることができ、浄化率を維持しながらタービン3に発電機7を接続した図1の内燃機関100よりも迅速に立ち上げることができる。タービン61は、タービン3が全開になって初めて動作する。例えば、定格の50%で内燃機関300が駆動されていたら、タービン61は停止したままでタービン3により圧縮機4のみを駆動させることができる。

【0108】(請求項32の発明の実施例)図10は、請求項32の発明による排気浄化装置を備えた内燃機関500の系統略図である。図10の内燃機関500では、図8の内燃機関300においてさらにいくつかの構成が追加されている。まず、タービン61に駆動軸18と同軸に駆動軸69が接続されている。この駆動軸69を介してタービン61に駆動される圧縮機62が設けられている。

【0109】圧縮機62は、空気取入管13から空気を取り込んで配管65を介して冷却器64へ圧縮空気を送る。冷却器64には冷却水供給管67を介して冷却水が供給されており、冷却水は冷却器64内で圧縮空気を冷却した後、冷却水排出管68から外部へ排出される。冷却器64内で冷却された圧縮空気は、配管66を介して圧縮機4へ供給される。その後の動作は図1の内燃機関100の動作と同じである。

【0110】ここで、圧縮機4と圧縮機62は、それぞれ最適回転数で駆動させることができる組み合わせを選定して設置する。そのように2つの圧縮機4、62を選定することにより、最適な圧縮効率を奏することができる。

【0111】内燃機関の運転を安定させることができ、燃焼器2内での浄化作用に必要なECU8の算出結果の信頼性を向上させることができ、浄化率の低下を未然に防止することができる。

【0112】(請求項33の発明の実施例)図12は、請求項33の発明による排気浄化装置を備えた内燃機関700の系統略図である。内燃機関700には過給機(圧縮機)が設けられておらず、内燃機関700は自然給気方式である。図12の内燃機関700のような無過給機関においても過給機関と同様に燃焼器2により排気ガスを浄化することができる。

【0113】さらに燃焼器2の下流にタービン3を配置すると、駆動軸18で接続した発電機7を運転させることができ、浄化率を維持しながら熱効率の向上を図ることができる。

【0114】(請求項34の発明の実施例)図17は、請求項34の発明を実施した内燃機関の排気通路24に設けた燃焼器80の断面略図である。図1の内燃機関100において、燃焼器2の代わりに燃焼器80を設置したものが請求項34の発明の排気浄化装置を備えた内燃機関に相当する。燃焼器80の上流側(排気ガス77の流れる方向の上流側)の端部には燃料供給管10により燃料37が供給され、内筒51内に燃料(燃料噴霧85)を噴射する燃料噴射弁76が設けられている。図17に示すように燃焼器80内には、上流側から順に保炎領域49、燃焼領域31及び希釈領域32が形成されている。

【0115】燃焼器80の上流側端部には、旋回羽根35が設けられた圧縮空気供給管15aの一端が接続されている。圧縮空気供給管15aは、図示しない配管で圧縮空気供給管15と接続されており、圧縮空気供給管15a内には圧縮空気38aが供給されている。

【0116】燃料供給管10は保護管75で高温(後述する燃焼領域31内で燃焼した燃焼ガスよりは低温)の排気ガス77から保護されている。保護管75は図示しない配管で圧縮空気供給管15と接続されており、保護管75内(つまり燃料供給管10と保護管75の間の空間)には圧縮空気(以後、アシスト空気71と呼ぶ。)が供給されている。この保護管75の燃焼器側端部は、図17に示すように圧縮空気供給管15aの端部を貫通し、かつ旋回羽根35に外嵌されている。

【0117】燃料噴射弁76及び保護管75、圧縮空気供給管15aは、それぞれ燃料または空気を燃焼器80の保炎領域81内に噴射または吐出可能に燃焼器80(内筒51)に対して設けられている。また、保炎領域81には点火プラグ30が設けられている。

【0118】燃料供給管10から供給された燃料37は、燃料噴射弁76から噴霧状(以下、燃料噴霧85と呼ぶ。)に噴射される。保護管75内を流れるアシスト空気71は、保炎領域81内の燃料噴霧85近傍に吐出される。

【0119】さらに保炎領域81内には、圧縮空気供給管15a内の圧縮空気が旋回羽根35を通過することにより旋回流84となって流入し、旋回流84は、燃料噴霧85とアシスト空気71とを攪拌し、保炎領域81内においてほぼ一様な混合気を生成する。保炎領域81内で生成された混合気は、排気ガスを含まない分だけ酸素濃度が高いため着火し易く、点火プラグ30により着火され、火炎(火種)が生成される。この火炎は、連続して吐出される旋回流84により下流側の燃焼領域31へと移動する。



【0120】図17に示すように燃焼領域31には、旋回羽根49を備えた排気ガス流入口82が設けてある。排気通路24内を流れる排気ガス77は、排気ガス流入口82から旋回羽根49を通過して旋回しながら燃焼領域31内に流入する。燃焼領域31内に流入した排気ガス77は、保炎領域81から供給された火炎によって燃焼し、有害成分（例えばCO、HC又はNO<sub>x</sub>）は浄化される。

【0121】燃焼領域31内の空気過剰率λは、燃料噴霧85の噴射量と圧縮空気38a、アシスト空気71の供給量を調整することにより任意に設定することができる。空気過剰率λを例えばリッチ（λ<1.0の範囲）に設定すると、排気ガス77中の有害成分のうち特にNO<sub>x</sub>を良好に浄化することができる。また、燃焼領域31内の空気過剰率λをリーン（1.0<λの範囲のうち、特に1.4<λの範囲）に設定すると、排気ガス77中の有害成分のうち特にCOとHCとを良好に浄化することができる。

【0122】燃焼領域31の下流側に設けた希釈領域32には、圧縮空気供給管15を介して圧縮空気38が供給され、圧縮空気38は燃焼領域31において燃焼及び浄化された高温の燃焼ガスと混合して燃焼ガスの温度を低下させ、温度が低下した燃焼ガスは、図示しないタービンへ供給される。

【0123】図18は、図17に示す燃焼器80において、燃焼領域31の代わりに第1燃焼領域41と第2燃焼領域42とを設けた燃焼器90の断面略図である。燃焼器90には、第2燃焼領域42に排気ガス77を流入させる旋回羽根86を備えた排気ガス流入口87と、第2燃焼領域42に燃料37aを供給する二次燃料供給管44が設けてある。その他の燃焼器90の構成は、図17の燃焼器80の構成と同じである。希釈領域43には圧縮空気供給管15から圧縮空気38が供給されるようになっている。

【0124】燃焼器90では、第1燃焼領域41内の空気過剰率λをリーン（1.0<λの範囲で好ましくは1.4<λの範囲）に設定し、第2燃焼領域42内の空気過剰率λをリッチ（λ<1.0の範囲）に設定することにより、排気ガス77中のNO<sub>x</sub>及びCO、HC等を良好に浄化することができる。

【0125】図19は、請求項34の発明を実施した図17、18燃焼器80、90とは別の燃焼器91の断面略図である。燃焼器91では、排気ガス77は、一部が旋回羽根49を通過して燃焼領域31内に流入して浄化され、残りの排気ガスは排気ガス流入口87から希釈領域32内に流入し、燃焼領域31で燃焼して昇温した燃焼ガスの温度を低下させる。

【0126】内燃機関から排出された排気ガス77に含まれる有害成分の含有量が比較的少なく、排気ガス77の全量ではなく一部を浄化すると有害成分の排出量が環

境基準を満足する量まで低減させることができる場合には図19の燃焼器91を採用することができる。

【0127】図20は、請求項34の発明を実施した図17～図19の燃焼器80、90及び91とはさらに別の燃焼器92の断面略図である。燃焼器92は、図19の燃焼器91において燃焼領域31の代わりに第1燃焼領域41と第2燃焼領域42とが設けられており、第2燃焼領域42には二次燃料供給管44により燃料が供給可能となっている。また、第2燃焼領域42には第1燃焼領域41で燃焼し、浄化された燃焼ガスと浄化前の排気ガス77の一部とが流入可能となっている。

【0128】燃焼器92は、排気ガス流入口82から流入した排気ガス77が第1燃焼領域41で浄化されてNO<sub>x</sub>が低減されてそのまま第2燃焼領域42へ移動し、次にCO及びHC成分が低減される。また、第2燃焼領域42には排気ガス77が排気ガス流入口87に設けた旋回羽根86を通過して流入し、CO、HC成分が浄化される。

【0129】第2燃焼領域42で浄化された燃焼ガスは、希釈領域43へ移動し、排気ガス流入口88から流入した排気ガス77と混合して温度が低下し、温度が低下した燃焼ガスは図示しないタービンへと供給される。この燃焼ガスに含まれる有害成分の量は、環境基準の許容範囲内となるように各流入口（排気ガス流入口82、87及び88）から流入する排気ガス77の流入量（各流入口における排気ガス77の通路幅）は設定されている。

【0130】

【発明の効果】請求項1の発明では、排気通路24に燃焼器2を設けて排気ガスを浄化するようにしたので、従来のように触媒やフィルタを使用することなく排気ガスを浄化することができる。したがって、触媒を利用した浄化方法と比較して初期コストが安価であり、また、浄化性能が燃料成分（特に硫黄成分）に影響されることがないので低質油の燃料が使用される内燃機関においても使用することができ、幅広い分野において使用される様々な内燃機関に対して適用することができる。

【0131】請求項2の発明では、燃焼器2内の空気過剰率λを  $1.0 \leq \lambda \leq 1.2$  に設定するので排気ガス中のNO<sub>x</sub>を良好に浄化することができる。

【0132】請求項3の発明では、燃焼器2に供給する燃料を内燃機関本体1へ供給する燃料と共通にすることができるので、燃料タンク29と燃料供給管9を途中で共用することができ、省スペース化を図ることができる。

【0133】請求項4の発明では、燃焼器2内の酸素濃度を10%未満に設定し、かつ空気過剰率λを  $1.0 < \lambda < 1.2$  に設定したので、排気ガス中のNO<sub>x</sub>を良好に浄化することができる。

【0134】請求項5の発明では請求項4の発明におい

て、さらに燃焼器2内の排気ガスの燃焼温度 $T$ を  $800^{\circ}\text{C} < T < 1500^{\circ}\text{C}$  の範囲内に設定したので、未燃HC、CO及びすす等の微粒子の排出量を低く抑えながら $\text{NO}_x$ を良好に浄化することが出来る。

【0135】請求項6の発明では、燃焼器2内の空気過剰率 $\lambda$ を  $1.0 < \lambda$  に設定するようにしたので、排気ガス中のHC、CO及びすす等の微粒子を良好に浄化することができる。

【0136】請求項7の発明では、請求項6の効果に加え、燃焼器2へ供給する燃料を内燃機関本体1に供給する燃料と共通にすることができるので、装置の省スペース化を図ることができる。

【0137】請求項8の発明では、燃焼器2内の空気過剰率 $\lambda$ を  $1.4 < \lambda$  に設定するようにしたので、HC、CO及びすす等の微粒子を浄化しながら $\text{NO}_x$ の排出量を低く抑えることができる。

【0138】請求項9の発明では、空気過剰率 $\lambda$ を  $1.4 < \lambda$  に設定する上に、燃焼温度 $T$ を  $1300^{\circ}\text{C} < T < 1500^{\circ}\text{C}$  の範囲に設定することにより、 $\text{NO}_x$ の排出量を低く抑えながら請求項8の発明よりもさらに良好にHC、CO及びすす等の微粒子を浄化することができる。

【0139】請求項10の発明では、空気過剰率制御手段として燃料供給量調整手段(図1のECU8、調量弁11、酸素センサ22等で構成され、内燃機関本体1における燃焼状況を各センサにより把握し、現在の燃焼器2内の空気過剰率 $\lambda$ を所望する範囲内に変更することができる量の燃料をECU8が算出し、かつ調量弁11の開度を調整して燃焼器2への燃料の供給量を制御する機構)を設けたことにより、燃焼器2内の空気過剰率 $\lambda$ を適切に制御することができ、燃焼器2内の排気ガスを良好に浄化することができる。

【0140】請求項11の発明では、空気過剰率制御手段として請求項10と同様の燃料供給量調整手段に加え、空気供給量調整手段(図1のECU8、調量弁12、圧縮機4、酸素センサ22等で構成され、内燃機関本体1における燃焼状況を各センサにより把握し、現在の燃焼器2内の空気過剰率 $\lambda$ を所望する範囲内に変更することができる量の空気をECU8が算出し、かつ調量弁12の開度を調整して燃焼器2への空気の供給量を制御する機構)を設けたので、請求項10よりも燃焼器2内の空気過剰率 $\lambda$ を所望する範囲に設定し易く、良好に排気ガスを浄化することができる。

【0141】請求項12の発明では、請求項11の発明において空気供給量調整手段として圧縮機を設けるようにした。この圧縮機は、請求項11の実施例で示すように圧縮機4により兼用させるようにしてもよいが、また、別に専用の圧縮機を設けると、圧縮機4から供給される圧縮空気は、全て内燃機関本体1へ供給することができるので、内燃機関本体1への過給効率の低下を回避

することができる。

【0142】請求項13の発明では、内燃機関本体1から排出された排気ガスの全量を燃焼器2の燃焼領域へ供給するようにしたので、排気ガスの浄化率を高く維持することができる。

【0143】請求項14の発明では、内燃機関本体1から排出された排気ガスのうちの一部を燃焼器2の燃焼領域よりも下流側の希釈領域へ直接供給可能にし、排気ガスの燃焼領域への供給量と希釈領域への直接の供給量とを調整する調整手段(図1のECU8、図2の開閉機構52等で構成された機構)を設けたので、内燃機関から排出された排気ガスの有害成分の含有量が少ない場合には、燃焼領域で浄化する排気ガスの量を減少させることができ、それに応じて燃焼器2への燃料の供給量も少なくすることができる。

【0144】請求項15の発明では、燃焼器2内の空気過剰率 $\lambda$ を検出し、かつ検出した空気過剰率 $\lambda$ を所望する範囲内に設定することができるので、例えば排気ガスに含まれる有害成分が主に $\text{NO}_x$ であれば空気過剰率 $\lambda$ をリッチ側へ設定し、逆にHC、CO及びPM(すす等の微粒子)が多く含まれていれば空気過剰率 $\lambda$ をリーン側へ設定することが容易に行えるので、良好な浄化率が得られる。

【0145】請求項16の発明では、燃焼器2内に上流側燃焼領域41と下流側燃焼領域42とを設け、上流側燃焼領域41における空気過剰率 $\lambda$ を  $\lambda \leq 1.2$  に設定し、下流側燃焼領域42における空気過剰率 $\lambda$ を  $1.0 < \lambda$  に設定するようにしたので、上流側燃焼領域41では主に $\text{NO}_x$ を浄化することができ、下流側燃焼領域42では主にHC、CO及びすす等の微粒子を浄化することができ、内燃機関本体1から排出された排気ガスがいかなる有害成分を含んでいても、良好に浄化することができる。

【0146】請求項17の発明では、燃焼器2内に上流側燃焼領域41と下流側燃焼領域42とを設け、上流側燃焼領域41における空気過剰率 $\lambda$ を  $1.0 < \lambda$  に設定し、下流側燃焼領域42における空気過剰率 $\lambda$ を  $1.0 \leq \lambda \leq 1.2$  に設定するようにしたので、上流側燃焼領域41では主にHC、CO及びすす等の微粒子を浄化することができ、下流側燃焼領域42では主に $\text{NO}_x$ を浄化することができ、内燃機関本体1から排出された排気ガスがいかなる有害成分を含んでいても、良好に浄化することができる。

【0147】請求項18の発明では、請求項16の発明における上流側燃焼領域41の空気過剰率 $\lambda$ を  $\lambda < 1.0$  に設定することにより、請求項16の発明よりも $\text{NO}_x$ の浄化率を向上させ、その際に多量に発生した未燃HC等は下流側燃焼領域42で浄化するようにしたので、請求項16の発明よりもさらに全体として排気ガスの浄化性能を向上させることができる。



【0148】請求項19の発明では、請求項16又は17の発明において、上流側燃焼領域41に供給した排気ガスの全量を下流側燃焼領域42に供給するようにしたので、 $\text{NO}_x$ 、HC、CO及びすす等の微粒子のいずれも良好に浄化することができる。

【0149】請求項20の発明では、内燃機関本体1で発生した排気ガスを上流側燃焼領域41と下流側燃焼領域42へ直接供給し、また、上流側燃焼領域41で浄化した排気ガスを下流側燃焼領域42へ供給するようにしたので、圧縮機4から供給する空気量を少なくすることができ、また、必要な燃料の供給量を節約することができる。

【0150】請求項21の発明では、請求項16又は17の発明において、内燃機関本体1から排出される排気ガスの一部を下流側燃焼領域42よりも下流側に設けた希釈領域43に直接供給するようにしたので、圧縮機4から供給する空気量を少なくすることができ、また、必要な燃料の供給量を少なくすることができる。

【0151】請求項22の発明では、請求項19～21の発明において、上流側燃焼領域41及び下流側燃焼領域42にそれぞれ直接供給する排気ガスの供給量を調整する調整手段（図1のECU8、図5の開閉機構52等で構成される機構）を設けたので、内燃機関本体1から排出される排気ガスに含まれる有害成分の量を勘案して浄化率の低下を回避しながら燃焼器2へ供給する燃料の供給量を設定することができる。

【0152】請求項23の発明では、内燃機関本体1から排出される排気ガスの一部を希釈領域43に直接供給するようにしたので、上流側燃焼領域41及び下流側燃焼領域42で昇温された浄化済みの排気ガスの温度を低下させることができる。

【0153】請求項24の発明では、圧縮機で生成した圧縮空気を希釈領域43へ供給し希釈領域43における排気ガスの温度を低下させるので、良好な浄化率を維持しながら浄化済みの排気ガスの温度を低下させて排出させることができる。

【0154】請求項25の発明では、請求項24の発明において希釈領域43へ圧縮空気を供給する圧縮機を過給用の圧縮機4で兼用させることにより装置の簡略化を図ることができる。また、過給用の圧縮機4を駆動させるタービン3から排出される高温の排気ガスにより熱交換器内で蒸気を発生させ、この蒸気を燃焼器2の希釈領域43へ供給するようにしたので、蒸気は排気ガスと共にタービン3へ供給され、排気ガスの浄化率を高く維持したまま熱効率を向上させることができる。タービン3を通過させる気体の流量が増加し、全体の仕事率を向上させることができる。

【0155】請求項26の発明では、燃焼器2の下流側にタービン3を設け、このタービン3で駆動される発電機7を設けたので、請求項1の効果に加え、熱効率を向

上させることができる。

【0156】請求項27の発明では、請求項26の発明において、圧縮機4から燃焼器2へ空気過剰率 $\lambda$ 、燃焼温度、燃焼後（浄化後）の排気ガス温度のうちの少なくとも一つを所望する範囲内に変更可能にする量の圧縮空気を供給可能にしたので、内燃機関本体1から排出される排気ガスの全量を良好に浄化することができる。

【0157】請求項28の発明では、請求項26及び27の効果に加え、浄化後の排気ガスと共に蒸気をタービン3に供給することにより、浄化率を高く維持したままタービン3に供給する気体の流量を増大させて熱効率を向上させることができる。

【0158】請求項29の発明では、熱交換器70（図11）により燃焼器2へ供給する前に予め圧縮空気を高温の排気ガスの熱を利用して昇温させることができるので、低温の圧縮空気をそのまま供給する場合と比較して排気ガスを昇温させるのに必要な燃料の供給量を少なくすることができる。

【0159】請求項30の発明では、圧縮機62（第1圧縮機）で圧縮した圧縮空気を冷却する熱交換器64を設け、この熱交換器64で冷却された第1圧縮空気をさらに圧縮機4（第2圧縮機）で圧縮するようにしたので、請求項26、27の発明のように圧縮機4を一つ設けた場合と比較して空気の圧縮動力を減少させることができる。

【0160】請求項31の発明では、燃焼器2の下流側にタービン3、61（図8）を直列に配置し、上流側のタービン3で圧縮機4を駆動するようにしたので、内燃機関本体1の燃焼状態が急変した際の排気ガスの排出量の変動に対するシステム全体の応答性が向上する。

【0161】つまり、内燃機関300（図8）が定格の50%で運転されているときには、下流側のタービン61は仕事をせず、上流側のタービン3だけが動作して圧縮機4を駆動し、内燃機関本体1へ十分な量の圧縮空気を供給することができ、内燃機関本体1の運転状態の変動に対して良好な応答性を奏することができる。内燃機関300の始動時や低負荷時においても同様にタービン3が優先して動作するので、速やかに内燃機関300を立ち上げることができる。

【0162】下流側のタービン61は、上流側のタービン3が全開となり内燃機関本体1の運転に余裕ができたときに初めて動作し、タービン61を設けることにより熱効率の向上に寄与することができる。また、急加速時においても、速やかに立ち上げることができるので、燃焼器2に供給される排気ガスに含まれる有害成分の含有量を減少させることができ、燃焼器2の浄化の負担を軽減することができる。

【0163】請求項32の発明では、下流側のタービン61で駆動される圧縮機62（第3圧縮機）と発電機7とを設け、上流側のタービン3で駆動される圧縮機4

(第4圧縮機)を設けることにより、圧縮機4と62のそれぞれの最適回転数が活用でき、各圧縮機の圧縮効率を高めることができる。

【0164】請求項33の発明では、無過給式(自然給気式)の内燃機関700(図12)の排気管24(排気通路)に燃焼器2を設けたので、排気ガスに含まれる有害成分を良好に浄化することができる。さらに浄化された排気ガスを利用してタービン3で発電機7を駆動することにより内燃機関700の熱効率を向上させることができる。

【0165】請求項26～32の発明の内燃機関では、始動時にまず発電機7のみを駆動させて圧縮機4を駆動させ、燃焼器2へ空気(圧縮空気)を供給するとともにその空気量に見合う量の燃料も供給して燃焼させ、発生した燃焼ガス(排気ガス)をタービン3に供給し、圧縮機の回転応答性を良好にすることができる。

【0166】請求項1～33のいずれの発明においても、内燃機関本体1の通常運転時に加え、始動時や低負荷時においても良好に排気ガス中の有害成分を浄化することができる。したがって、内燃機関本体1がどのような運転を行っても(つまり、全負荷領域、全運転範囲において)、排出される排気ガスに含まれる有害成分を良好に浄化することができる。

【0167】請求項34の発明では、燃焼領域31(第1燃焼領域41)よりも上流側に排気ガス77が存在しない保炎領域81を設け、この保炎領域81で火炎を発生させるようにしたので、燃焼領域31(第1燃焼領域41)において、負荷領域及び運転範囲(低速、中速、高速)を問わず確実に排気ガス77を燃焼させ、浄化させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】請求項1、10、11、12、15、26及び請求項27の発明による排気浄化装置を備えた内燃機関の燃料供給経路、空気供給経路、排気ガス排出経路及び信号伝達経路を示す系統略図である。

【図2】請求項13の発明による図1の燃焼器の断面略図である。

【図3】請求項14の発明による図1の燃焼器の断面略図である。

【図4】請求項16、18、19の発明による図1の燃焼器の断面略図である。

【図5】請求項20の発明による図1の燃焼器の断面略図である。

【図6】請求項21の発明による図1の燃焼器の断面略図である。

【図7】請求項25、28の発明による排気浄化装置を備えた内燃機関の系統略図である。

【図8】請求項31の発明による排気浄化装置を備えた内燃機関の系統略図である。

【図9】請求項30の発明による排気浄化装置を備え

た内燃機関の系統略図である。

【図10】請求項32の発明による排気浄化装置を備えた内燃機関の系統略図である。

【図11】請求項29の発明による排気浄化装置を備えた内燃機関の系統略図である。

【図12】請求項33の発明による排気浄化装置を備えた内燃機関の系統略図である。

【図13】ディーゼル機関に本発明を適用した際の排気ガス中に含まれるNO<sub>x</sub>、CO及びPM等の有害成分の排出量を示すグラフである。

【図14】燃焼器内の酸素濃度を10%未満に設定して空気過剰率を変化させた際のNO<sub>x</sub>の浄化率を示すグラフである。

【図15】空気過剰率を変化させ、蒸気を燃焼器に供給した場合と供給しない場合の内燃機関の熱効率を示すグラフである。

【図16】燃焼器内の燃焼温度と排気ガス中のCO及びNO<sub>x</sub>の浄化の傾向の関係を示すグラフである。

【図17】請求項34の発明を実施した内燃機関の燃焼器の断面略図である。

【図18】請求項34の発明を実施した内燃機関の図17とは別の燃焼器の断面略図である。

【図19】請求項34の発明を実施した内燃機関の図17、18とは別の燃焼器の断面略図である。

【図20】請求項34の発明を実施した内燃機関の図17～19とは別の燃焼器の断面略図である。

#### 【符号の説明】

- 1 内燃機関本体
- 2 燃焼器
- 3 タービン
- 4 圧縮機(第2、第4圧縮機)
- 5 インタークーラ
- 6、7 発電機
- 8 ECU
- 9、10 燃料供給管
- 11、12 調量弁
- 19 給気圧検出センサ
- 20 機関回転数検出センサ
- 21 排気ガス流量計(排気ガス排出量検出手段)
- 22 酸素センサ
- 23 排気温度センサ
- 24～26 排気通路
- 27 駆動軸
- 28 温度センサ
- 29 燃料タンク
- 31 燃焼領域
- 32 希釈領域
- 36 バイパス通路
- 41 第1燃焼領域(上流側燃焼領域)
- 42 第2燃焼領域(下流側燃焼領域)

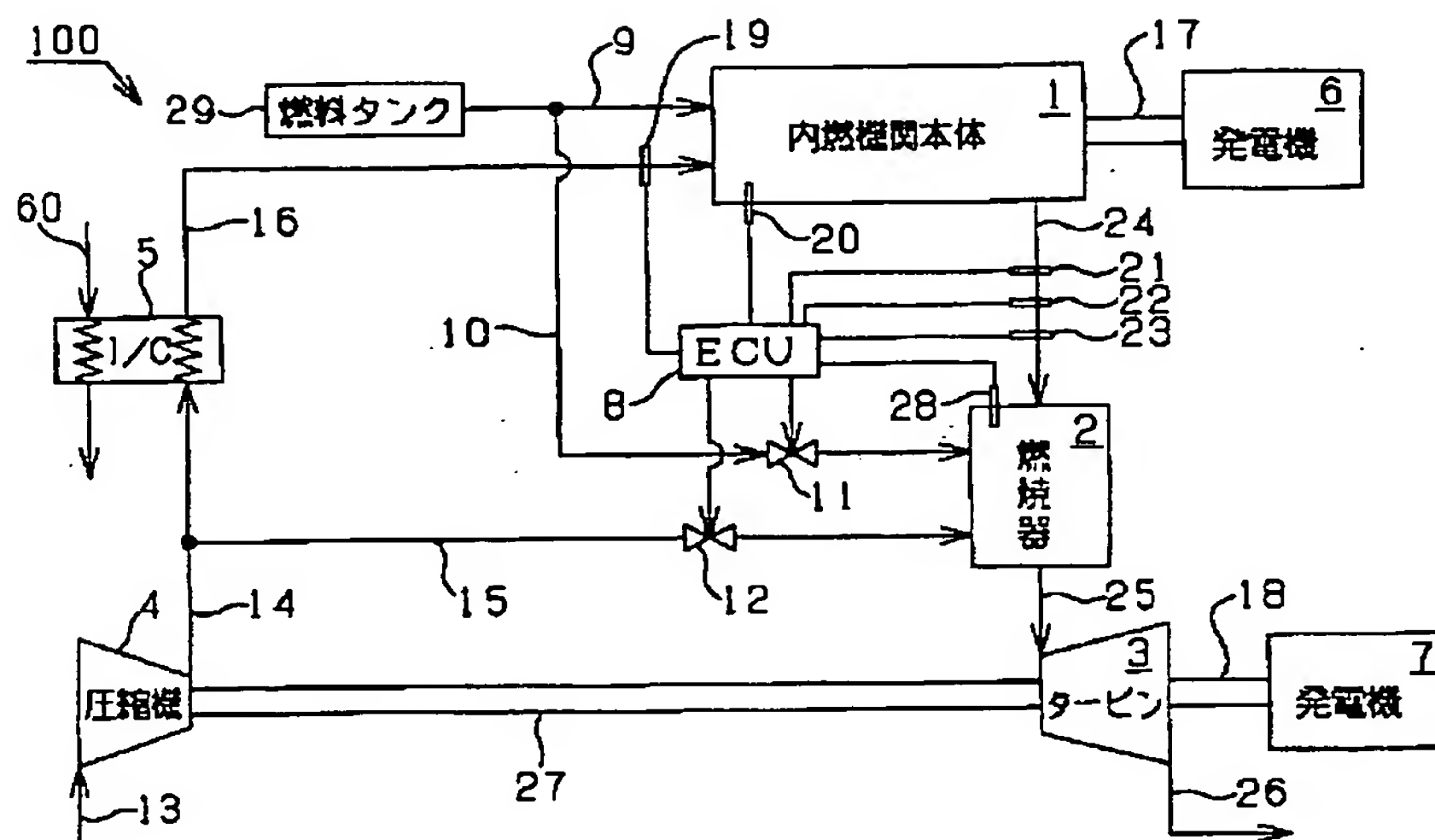


43 希釈領域  
 49 旋回羽根  
 50 燃焼器外筒  
 51 燃焼器内筒  
 52 開閉機構  
 53 可動部  
 54 熱交換器  
 55, 56 排気管  
 61 タービン  
 62 圧縮機 (第1, 第3圧縮機)  
 63 駆動軸

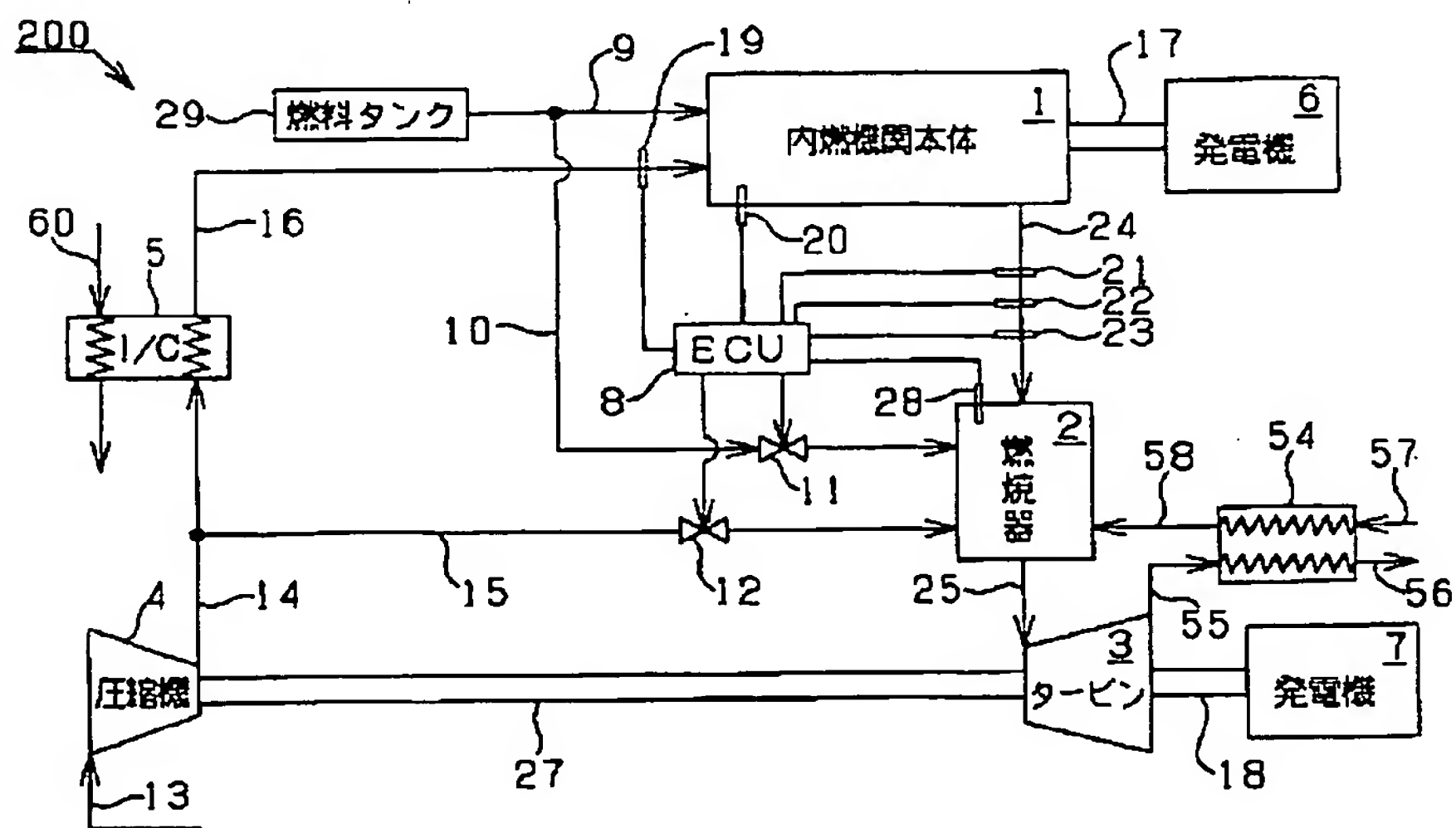
\* 64 冷却器  
 70 熱交換器  
 71 アシスト空気  
 74 排気ガス取入口  
 76 燃料噴射弁  
 80 燃焼器  
 81 保炎領域  
 82, 83, 87, 88 排気ガス流入口  
 90~92 燃焼器  
 10 100 内燃機関

\*

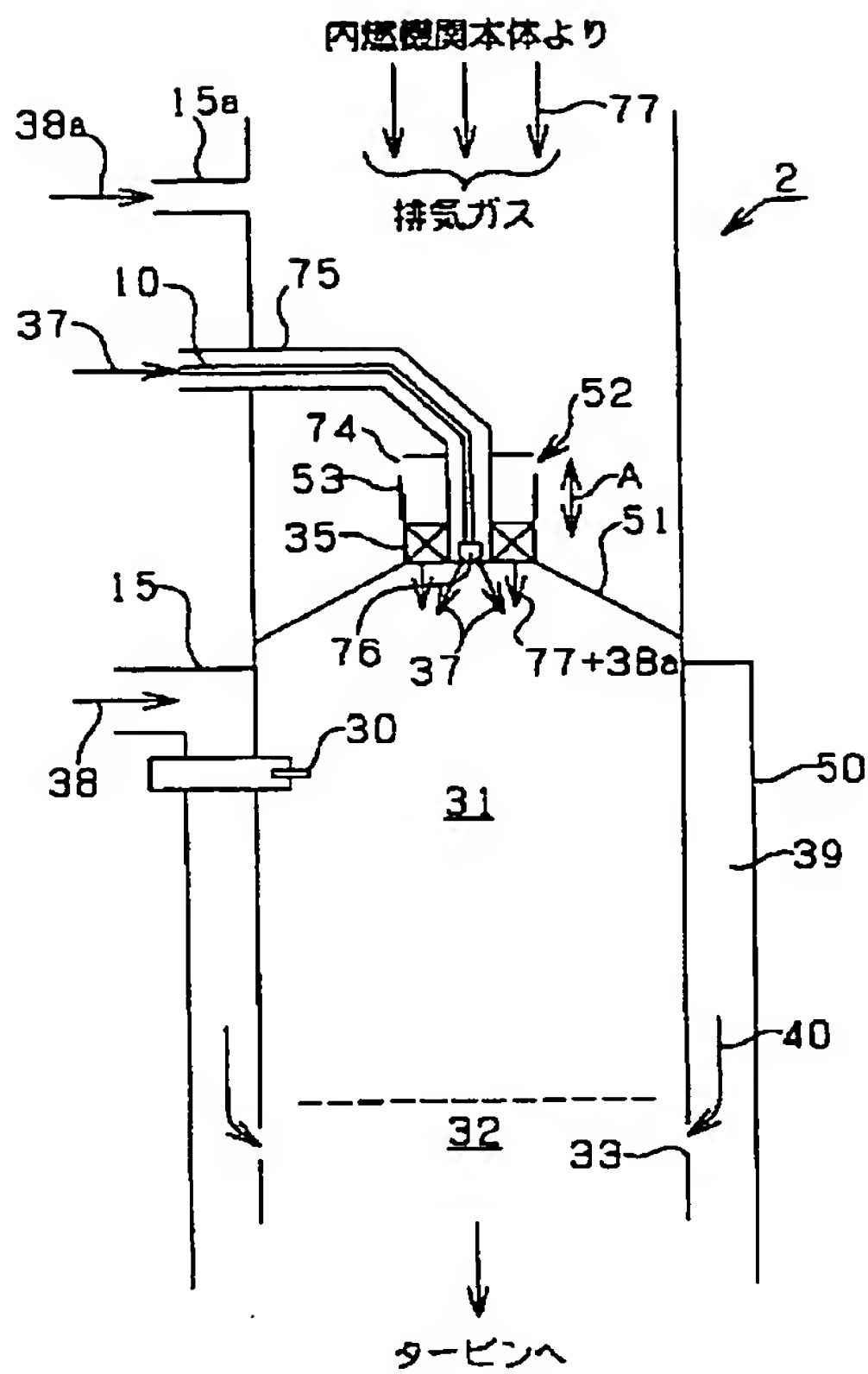
【図1】



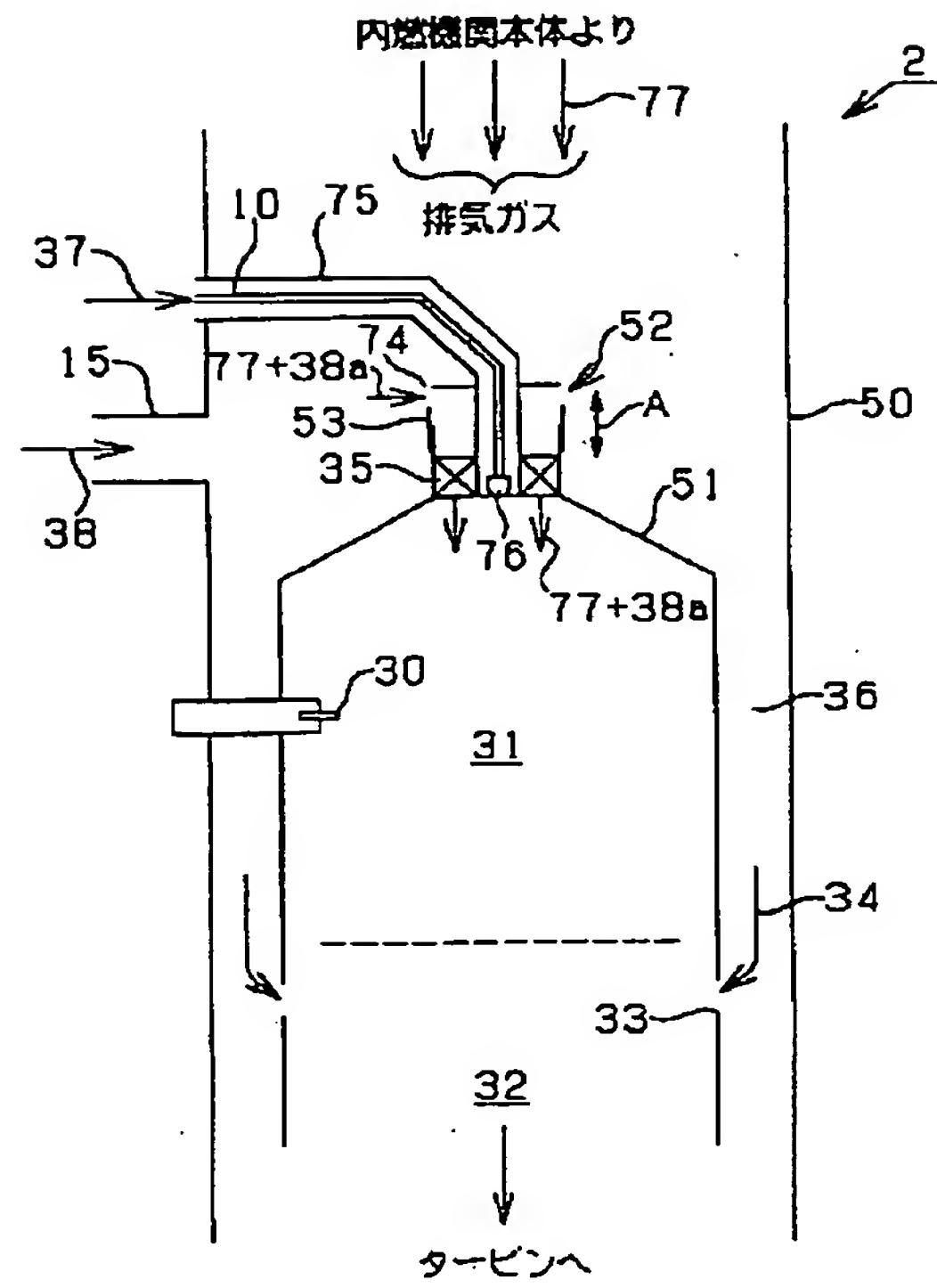
【図7】



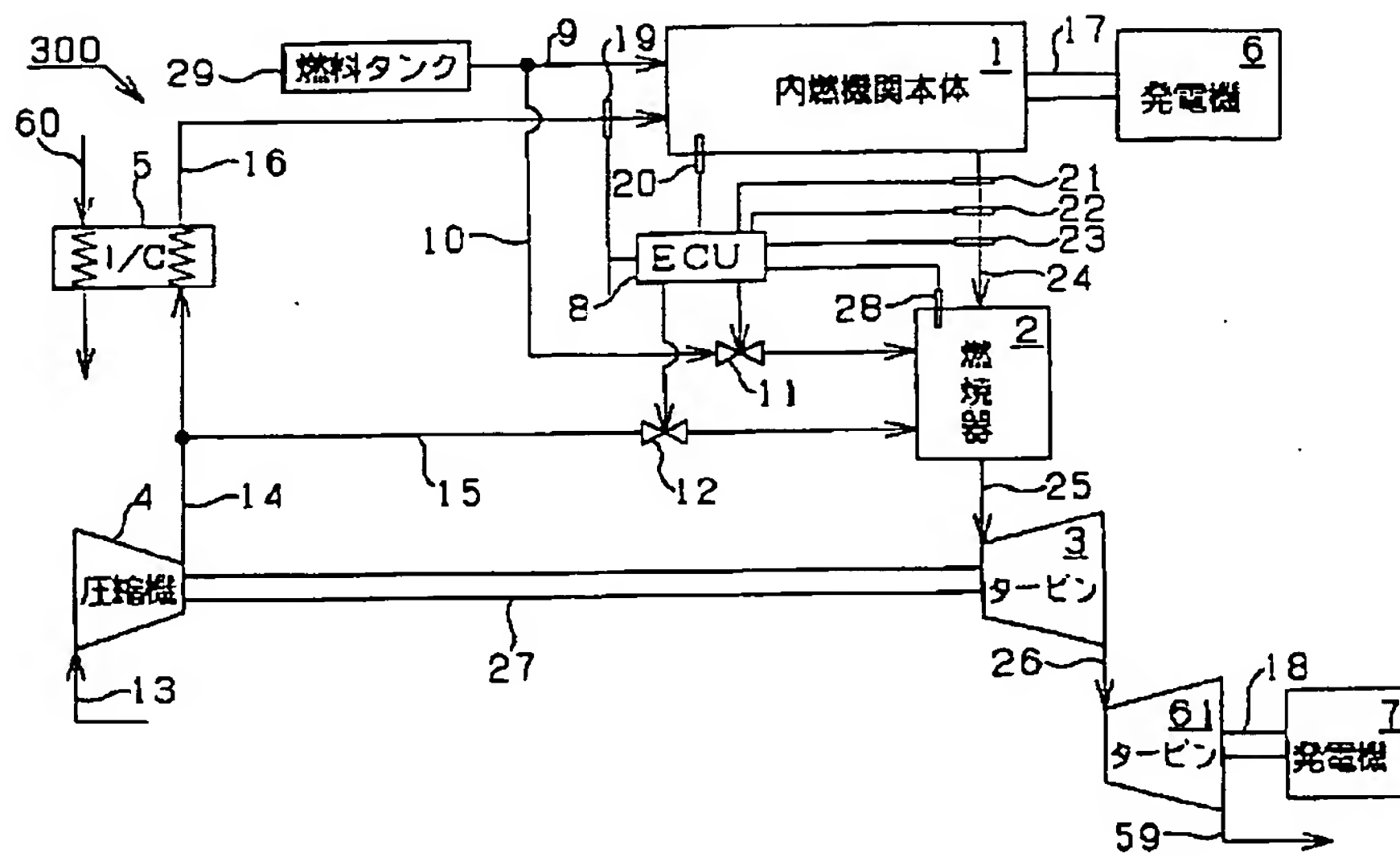
【図2】



【図3】

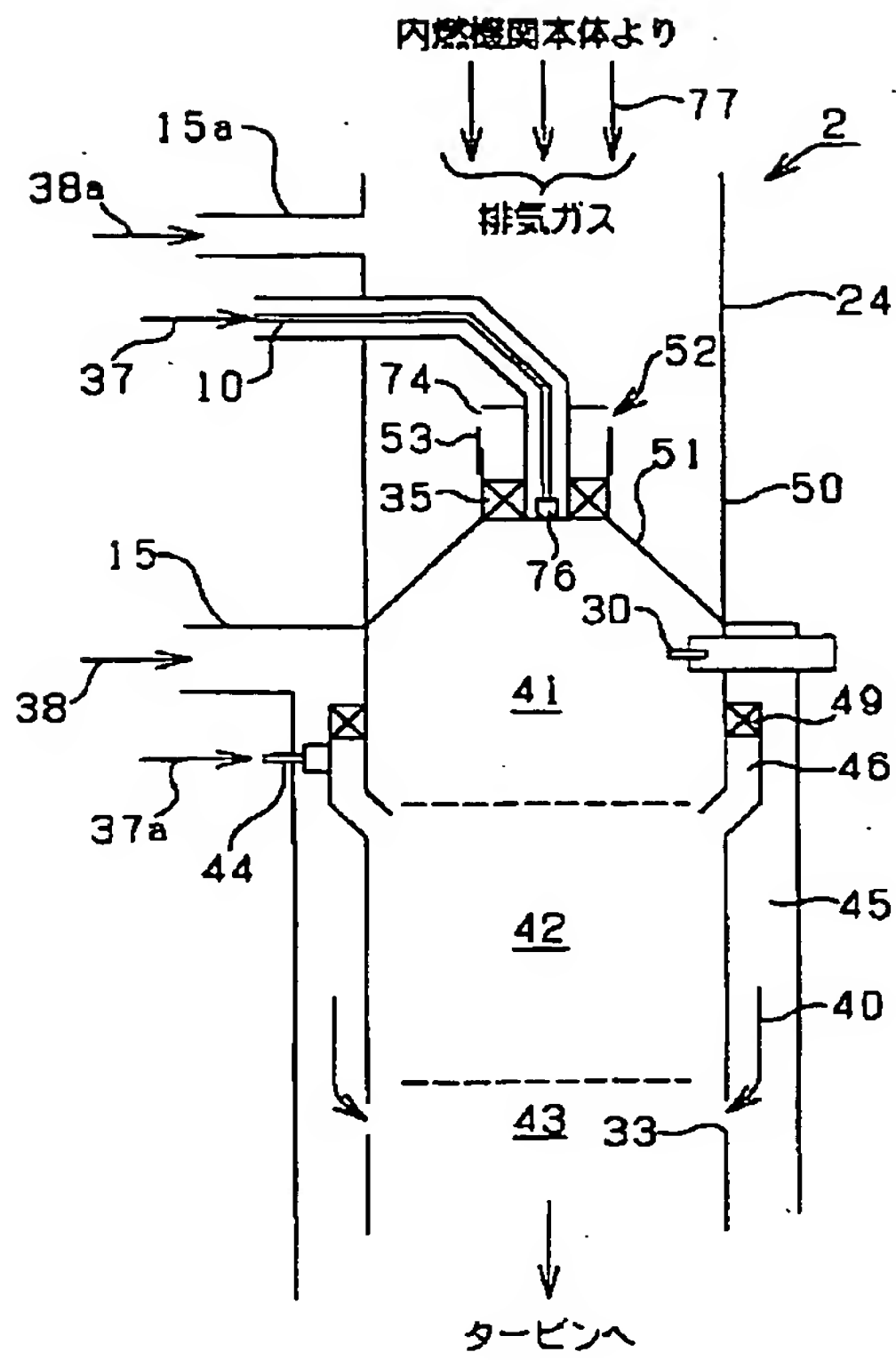


【図8】

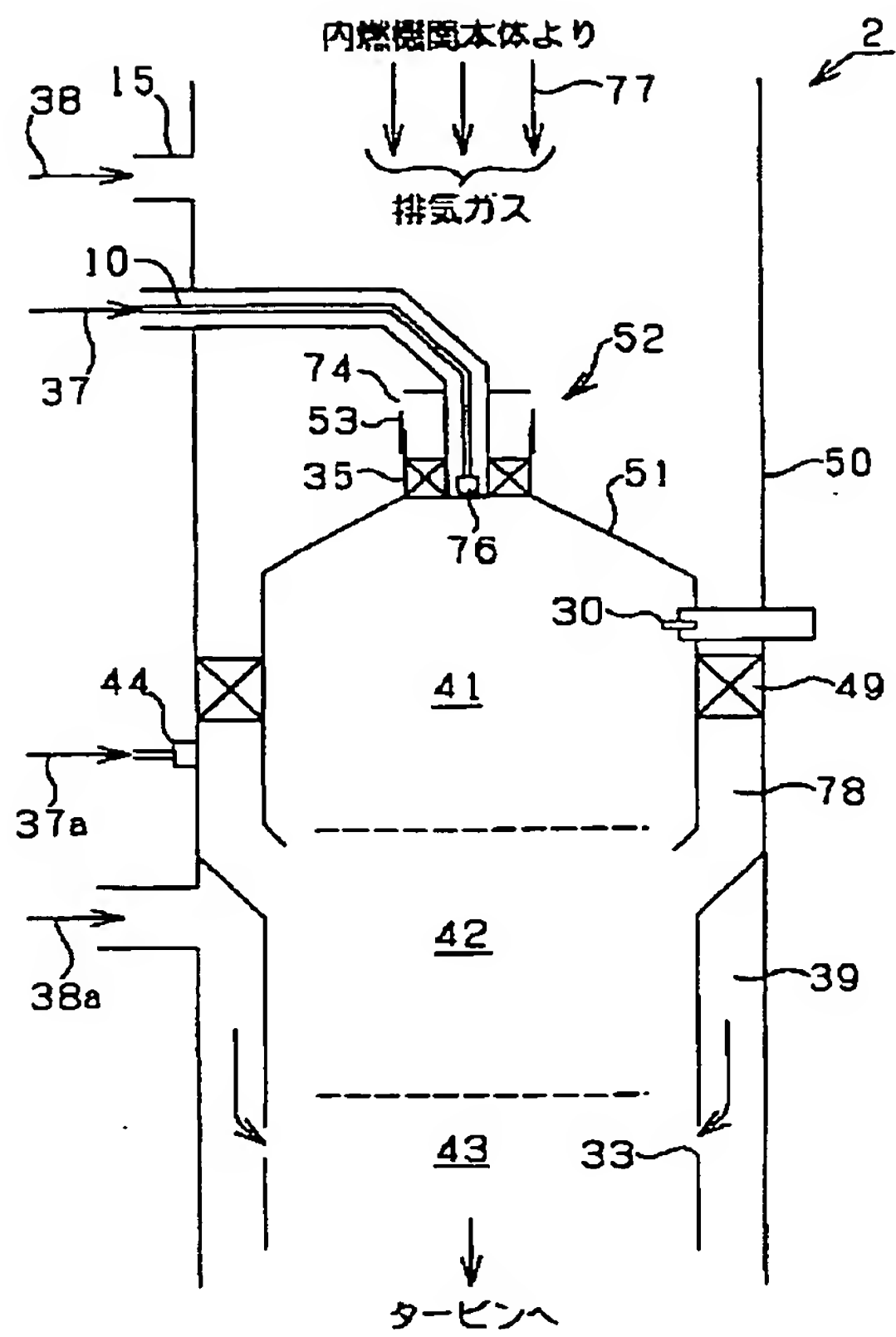




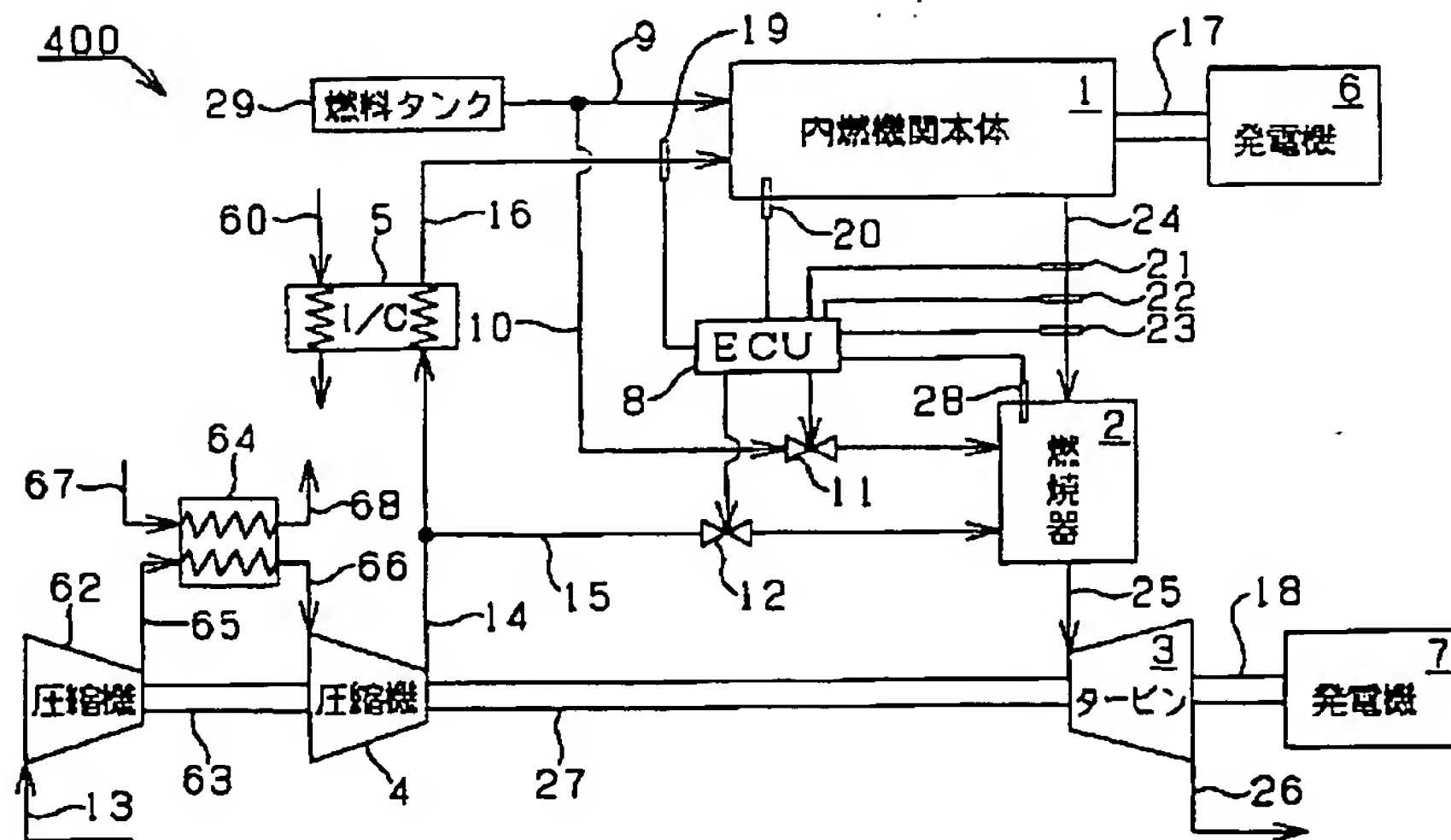
【図4】



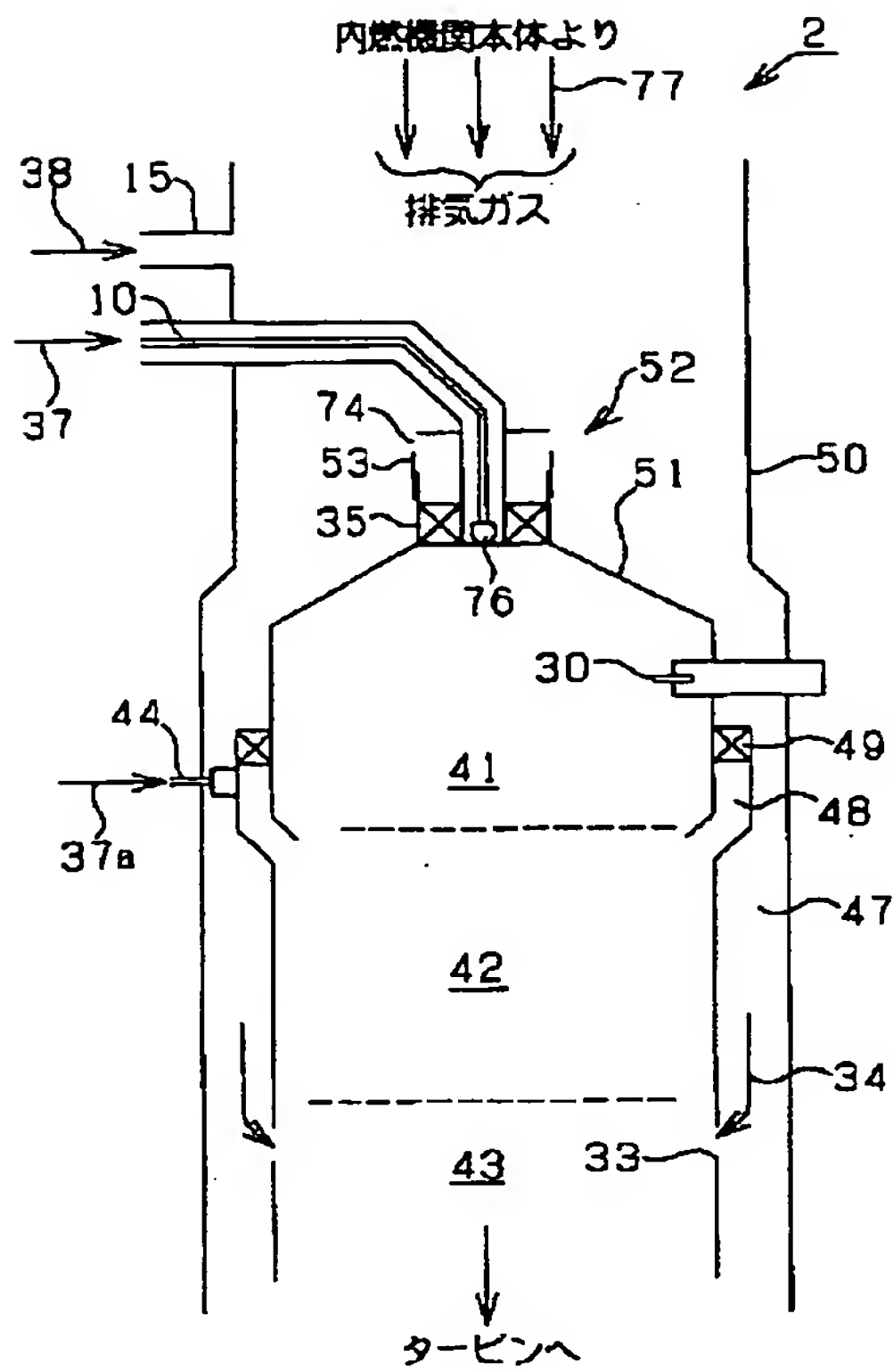
【図5】



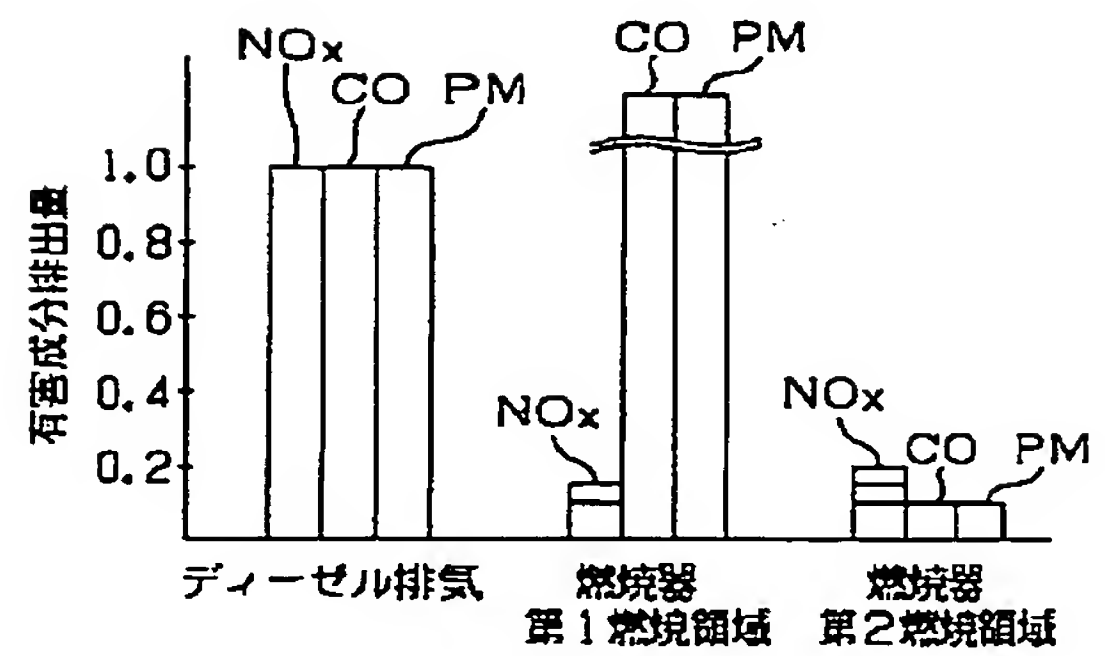
【図9】



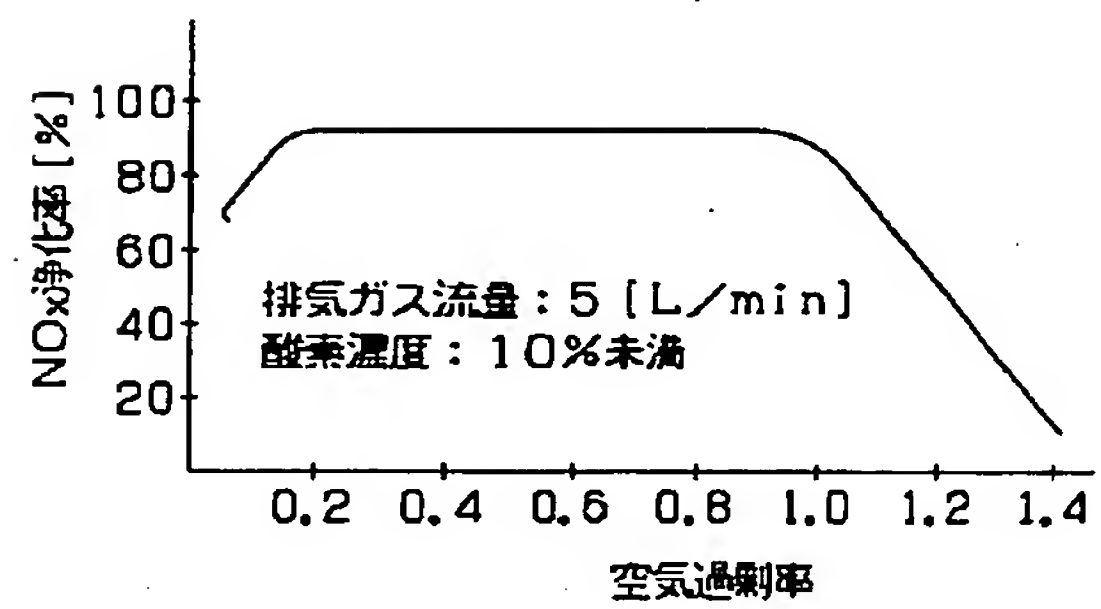
【図6】



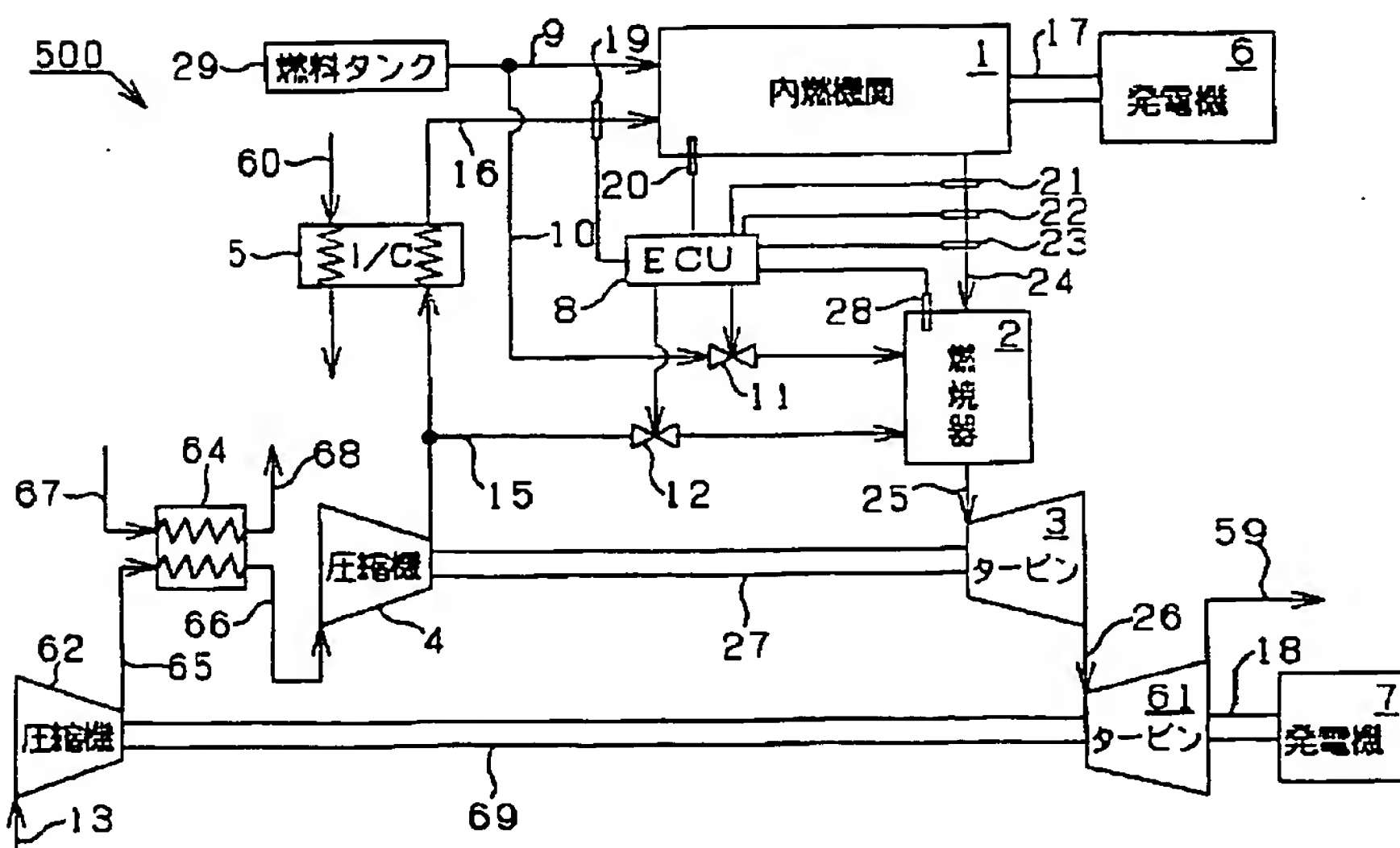
【図13】



【図14】

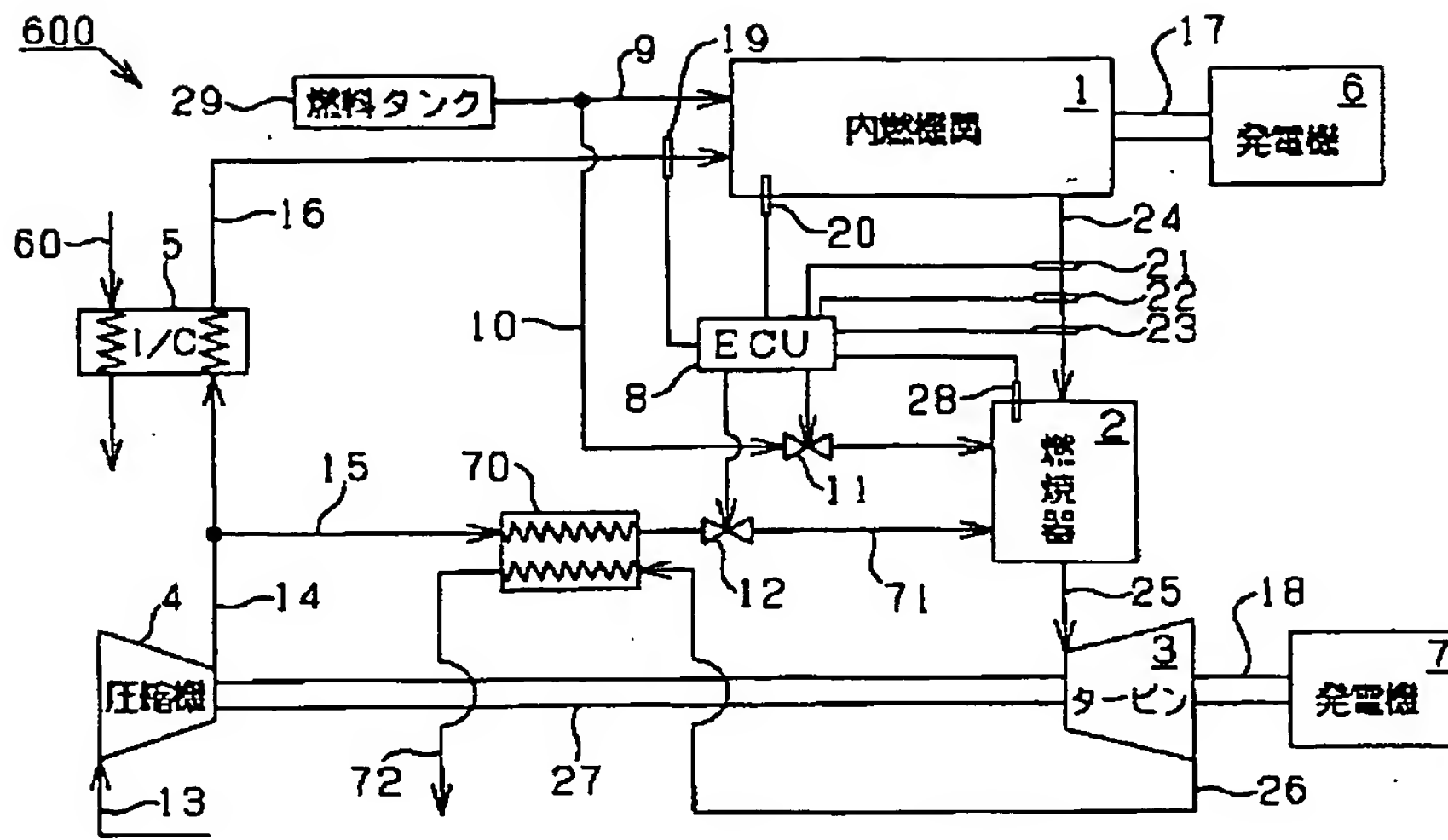


【図10】

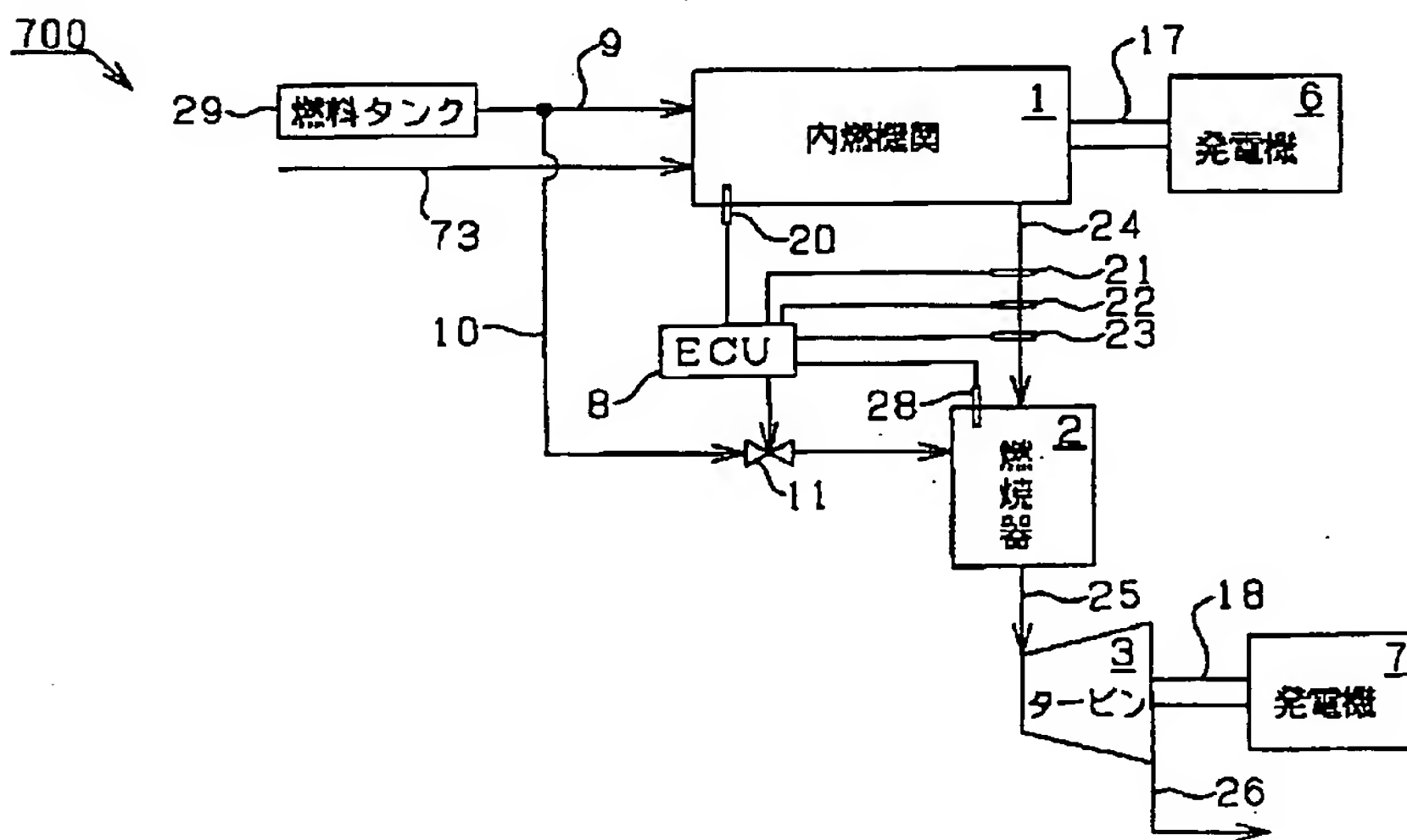




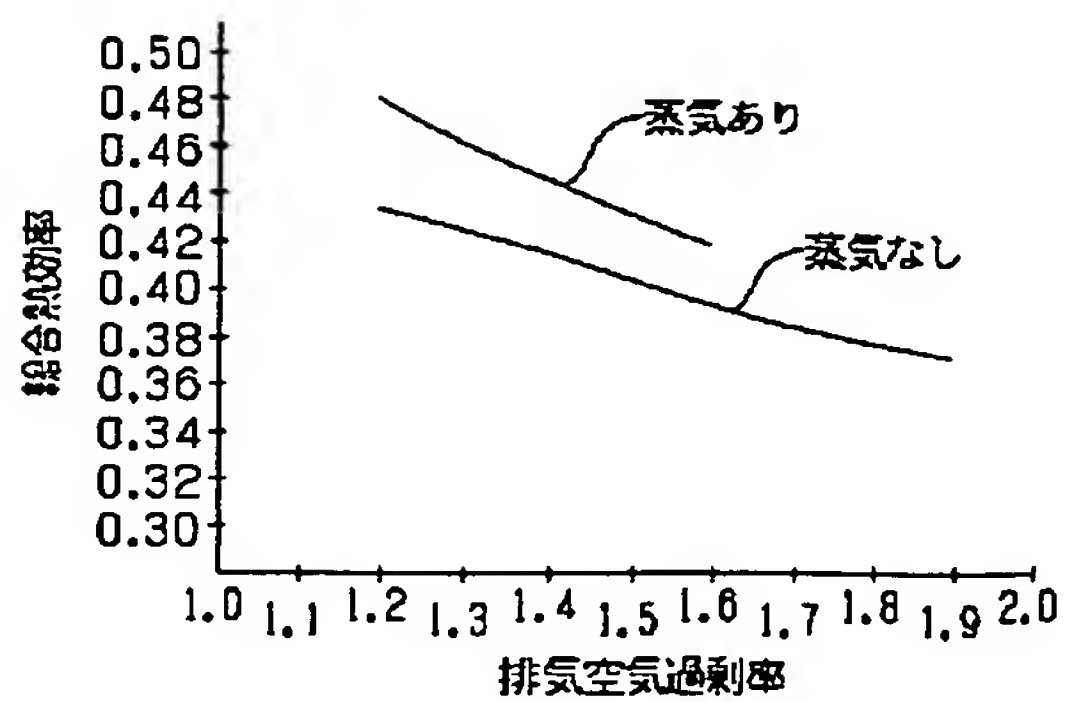
【図11】



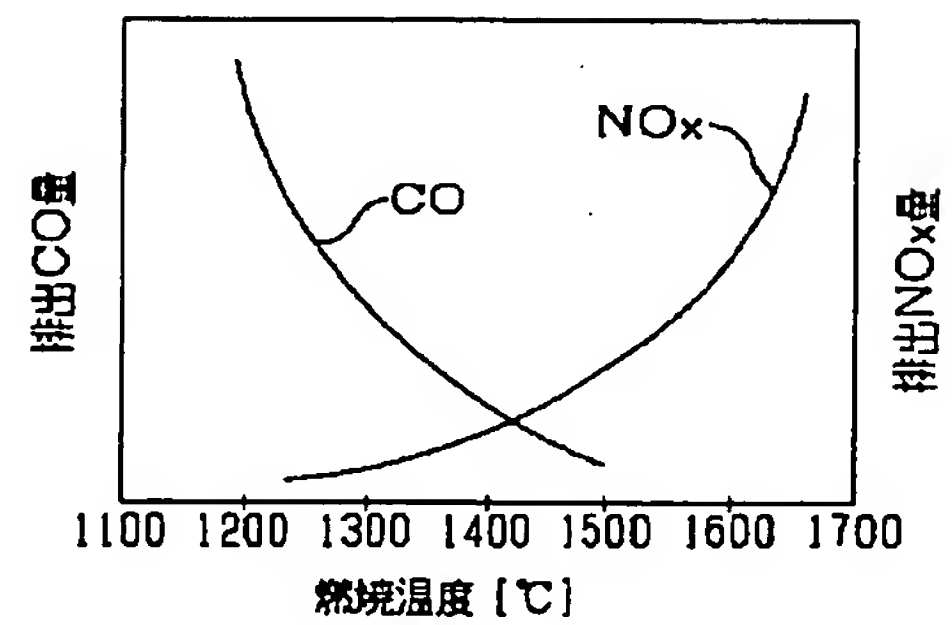
【図12】



【図15】



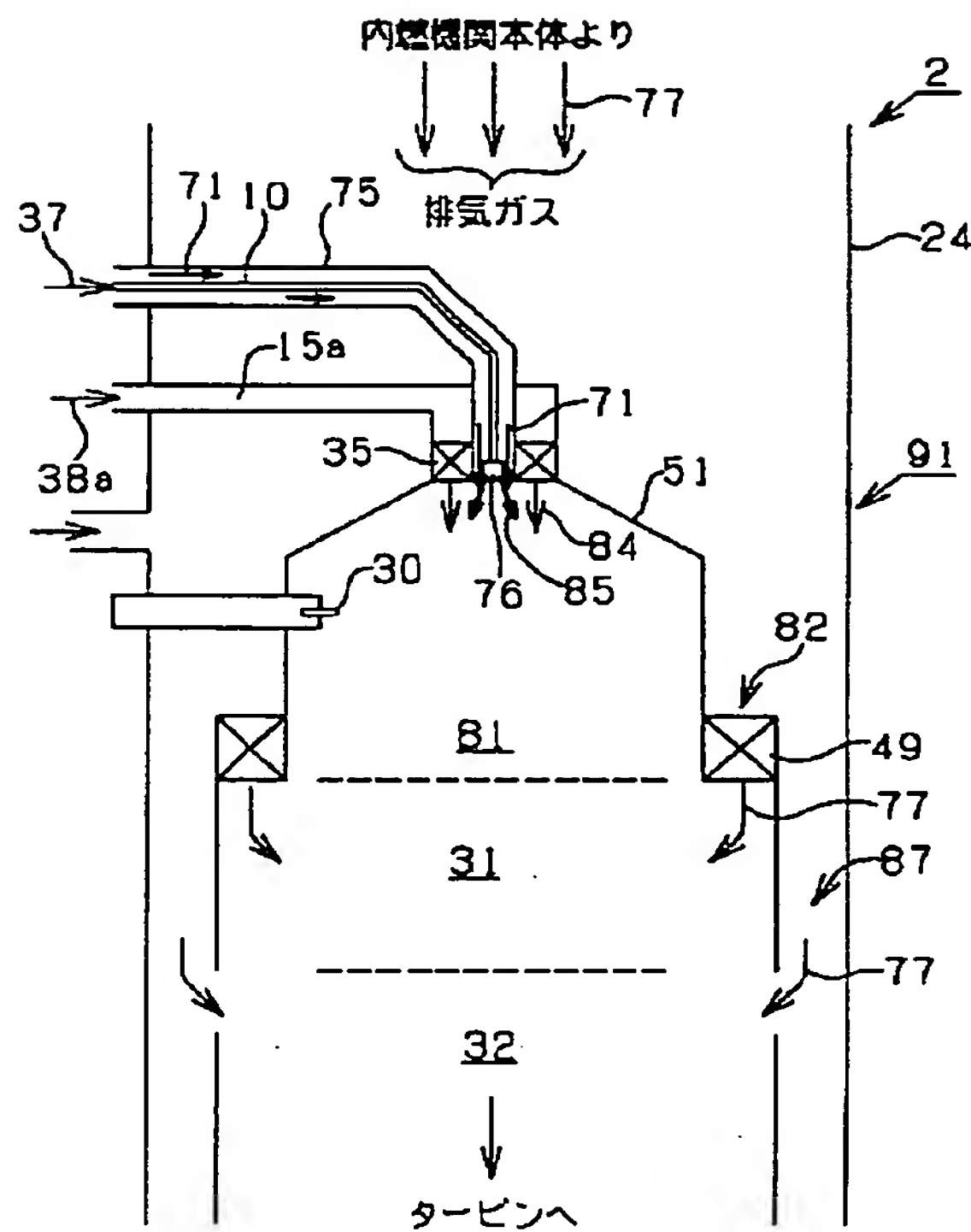
【図16】



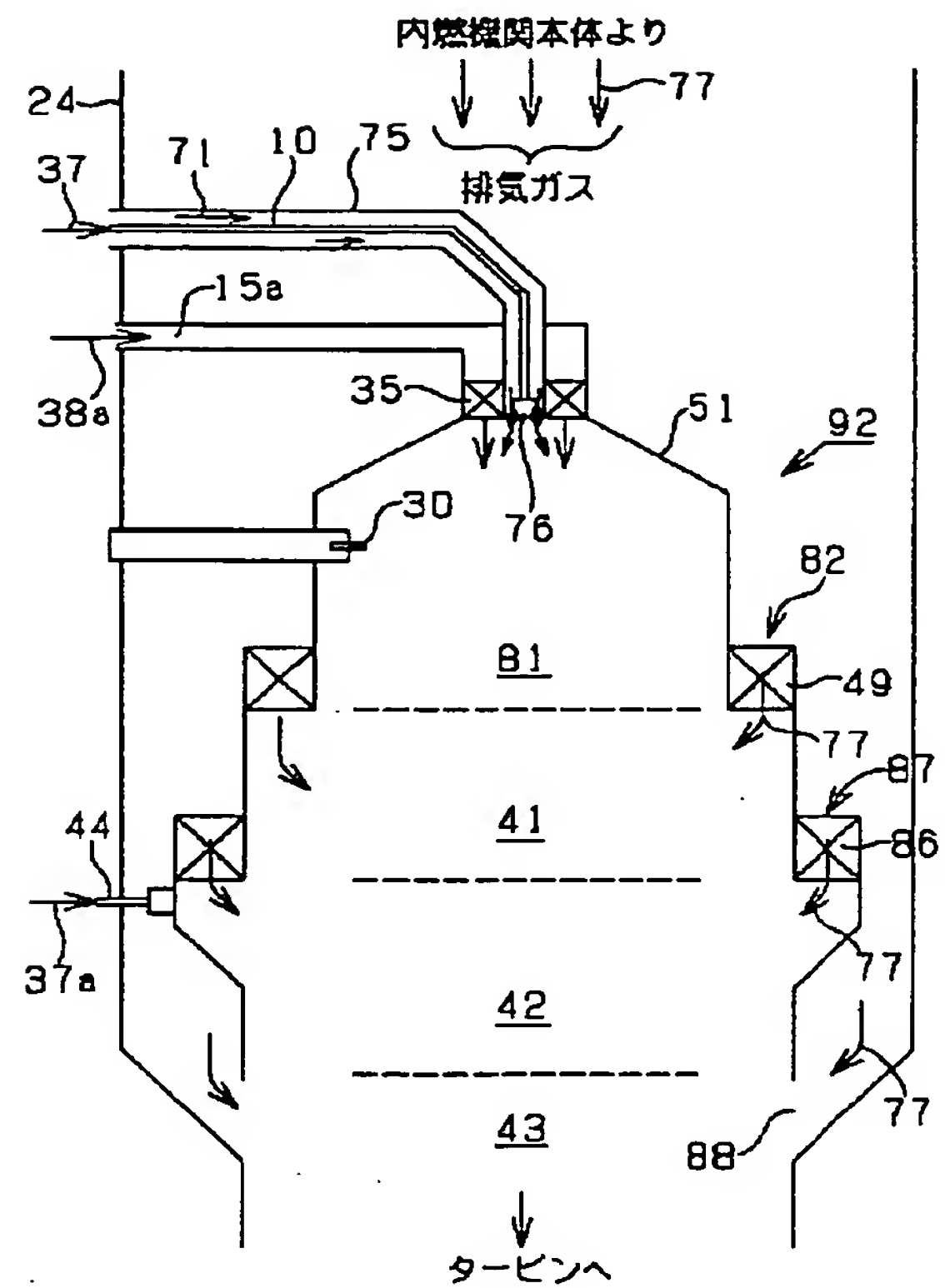




【図19】



【図20】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
F 0 1 N 5/04		F 0 1 N 5/04	A
F 0 2 B 37/00	3 0 2	F 0 2 B 37/00	3 0 2 C
			3 0 2 G
37/04		37/04	Z
39/08		39/08	
41/10		41/10	Z

F ターム (参考) 3G005 DA02 DA07 EA12 EA16 GB23  
GB24  
3G091 AA06 AA10 AA17 AA18 AB12  
AB15 AB16 BA00 BA13 BA14  
BA15 BA19 CA02 CA15 CA18  
CA22 CA23 CB01 DA01 DA02  
DC03 EA01 EA06 EA15 EA17  
EA21 EA34 FB03 FB10 FB11  
FB12 HA35 HB06 HB07